28

ROYAUME DU MAROC

AL AWAMIA

REVUE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE MAROCAINE

Institut National de la Recherche Agronomique

— RABAT —

JUILLET 1968

SOMMAIRE

C. BENASSY et G. EUVERTE — Essai d'utilisation pratique de la lutte biologique contre le pou de Californie (*Aonidiella aurantii*) au Maroc 1

A. SALAH-BENNANI — Etude de l'effet des solutions de D.D.V.P. sur les agrumes 61

J. RODERBOURG et G. THEWYS — Essais de marquage radioactif du criquet pèlerin dans la nature 67

P. BRYSSINE — Rapport préléminaire concernant les essais de variétés des principales espèces de plantes fouragères (1966-1969) 81

Pour tous renseignements concernant
LES CAHIERS DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
et la revue AL AWAMIA
s'adresser à
Services d'Edition, d'Impression et de Diffusion
Institut National de la Recherche Agronomique
B.P. 415 Rabat R.P.

Règlement : par virement au compte courant postal REGIE DE RECETTES DES SERVICES EDITION ET DIFFUSION « INRA », RABAT C/C 452 88

ROYAUME DU MAROC

AL AWAMIA

REVUE DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE MAROCAINE

Institut National de la Recherche Agronomique

— RABAT —

JUILLET 1968

ESSAI D'UTILISATION PRATIQUE DE LA LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LE POU DE CALIFORNIE *(Aonidiella aurantii)* AU MAROC

C. BENASSY et G. EUVERTE *

Introduction

Depuis son extension au Maroc à toutes les zones de culture des agrumes, la lutte contre le Pou de Californie (*Aonidiella aurantii* MASK.) a nécessité l'emploi massif d'insecticides puissants pour maintenir dans des limites économiquement tolérables les pullulations annuelles de ce dangereux ravageur des *Citrus*. En effet, en l'absence de toute protection et si l'on excepte ici l'action à long terme tel le desséchement plus ou moins poussé des branches charpentières dû à *Aonidiella*, la contamination des fruits à elle seule déprécie la qualité de la récolte jusqu'à la rendre difficilement commercialisable localement, et totalement invendable sur les marchés étrangers.

Or, l'exportation des *Citrus* représente 70 à 80 % d'une production annuelle avoisinant aujourd'hui 700 000 t. de fruits (GONZALES-SICILIA, 1968). Elle justifie par la place qu'elle occupe dans le commerce extérieur marocain, la recherche de méthodes rentables et efficaces de lutte contre les principaux ravageurs des Agrumes, dont le Pou de Californie, considéré il y a quelques années encore, comme le ravageur majeur des plantations.

Aujourd'hui cependant, depuis l'intensification de la lutte chimique entreprise dans tous les vergers au moyen de composés organophosphorés, des effets secondaires sont apparus. L'un des plus visibles est l'importance économique manifestée par certains Insectes (DELUCCHI et MERLE, 1962) et Acariens (DELUCCHI, 1963) considérés jusqu'à présent comme indifférents ou peu nuisibles aux Agrumes.

(*) Avec la collaboration technique de G. CULTRUT, M. EZ ZGHARI et A. SAYAH.

Al-Awamia, **28**, pp. 1-60, juillet, 1968.

Le problème d'*Aonidiella* n'est donc plus seul en cause ; il figure parmi tous ceux qui se posent actuellement dans le verger d'Agrumes. Devant cette situation nouvelle, la protection phytosanitaire des *Citrus* réclame maintenant un programme de lutte plus vaste et surtout plus complexe, alliant à une meilleure utilisation des produits insecticides existants, la recherche d'autres méthodes de lutte.

Dans cette dernière perspective, la lutte biologique dont l'utilisation pratique au Maroc avait été envisagée dès 1960 (DELUCCHI, 1965) est entrée dans une première phase active d'expérimentation à partir du début de l'année 1966, (BENASSY et EUVERTE, 1967). Elle avait été précédée au cours des deux années antérieures par l'installation et la mise au point à Rabat d'un élevage de masse (EUVERTE, 1967) destiné à fournir les parasites nécessaires au programme entrepris.

Celui-ci s'appuyait sur les résultats satisfaisants enregistrés à l'étranger, en Californie notamment, dans la lutte contre le Pou de Californie avec diverses espèces d'*Aphytis* importées d'Extrême-Orient (DE BACH, 1959) et introduites récemment dans quelques pays du Bassin Méditerranéen (BENASSY, 1965) dont Israël (ROSEN, 1967) Chypre, la Grèce (DE BACH, 1964) et la Sicile ; dans ces trois derniers pays, les premières observations enregistrées semblent prometteuses (WOOD, 1963 ; DE BACH et ARGYRIOUR 1967, INSERRA, 1966).

Le programme retenu, engagé dans le cadre de la convention franco-marocaine de Coopération Technique liant l'I.N.R.A. de France à la Direction de la Recherche Agronomique du Maroc, consistait à multiplier deux souches de parasites (*A. lingnanensis* et *A. melinus*), puis à procéder aux premiers essais d'acclimatation, selon des techniques connues, adaptées cependant aux conditions locales, afin de juger dans le contexte économique du pays de l'intérêt pratique de ces deux parasites dans les différentes régions agrumicoles marocaines.

Dès le début, l'utilisation de la méthode préconisée en Californie pour la multiplication en masse d'*Aphytis* (DE BACH et WHITE, 1960) demanda quelques aménagements par suite du remplacement partiel, imposé par les circonstances, du fruit de *Cucurbita moschata* (Banana squash) normalement employé aux Etats-Unis par celui de *Citrullus vulgaris*, cultivé sans irrigation plus aisément.

Ces fruits, malgré leur mauvaise conservation permirent une production quotidienne d'*Aphytis* suffisante pour entreprendre un début d'expérimentation en procédant à des lâchers périodiques de parasites.

Les difficultés de tous ordres rencontrées pour élever parallèlement dans les mêmes locaux les souches introduites amenèrent rapidement un mélange des deux espèces, puis l'élimination pratiquement totale d'*A. melinus* au profit d'*A. lingnanensis,* la plus active dans les conditions de l'élevage. En sorte que, si les premiers lâchers furent effectués avec des souches ditinctes, les suivants le furent avec un mélange où la prédominance d'*A. lignanensis* alla en s'amplifiant au cours de l'année 1966.

Durant cette première année, les lâchers expérimentaux avaient un double but : nous renseigner sur les possibilités d'acclimation des *Aphytis* en fonction des régions et nous apporter parallèlement les premiers éléments sur l'intérêt pratique de ces parasites vis-à-vis d'*Aonidiella aurantii* et de *Chrysomphalus dictyospermi,* dans des vergers industriels normalement traités jusqu'à maintenant au moyen de pulvérisations ou de fumigations. C'est pourquoi à la dispersion des parasites, pratiquée depuis la région de Marrakech jusqu'à celle de Larache dans quelques localités des trois zones climatiques du pays se superposa un programme de lâchers intensifs à Mechra bel Ksiri, au cœur même de la région du Gharb où le Pou de Californie présente son développement optimum.

Les deux années suivantes, les difficultés d'élevage, toujours liées à la mauvaise conservation des fruits, amenant des variations sensibles dans la production quotidienne de l'Insectarium, nous firent concentrer les essais dans les seuls vergers situés au nord de Rabat dans le triangle Kenitra, Sidi Slimane, Mechra bel Ksiri.

I .La production d'*Aphytis,* son évolution

a. *Introduction*

La production d'*Aphytis* réalisée à Rabat selon la méthode californienne adaptée aux conditions locales repose sur l'utilisation comme Cochenille-hôte de laboratoire d'une lignée parthénogénétique d'*Aspidiotus hederae* VALLOT.

Une souche très parasitée par *Aspidiotiphagus citrinus* CRAW. existait seule en 1964 à Rabat. Elle dut être reconstituée en novembre 1964 par prélèvement et envoi de matériel à partir de souches conservées par la Station de Lutte Biologique d'Antibes.

Cette souche nouvelle, indemne de tout parasite, mais contenant en mélange des individus d'*Hemiberlesia lataniae* SIGN. une fois épu-

rée, fut placée dans les conditions optimales pour son développement. Elle se multiplia rapidement durant le premier semestre de l'année 1965. Dès lors, il devenait possible d'importer de Riverside (Californie) les deux espèces d'*Aphytis* les plus aptes à combattre efficacement *A. aurantii, A. lingnanensis* et *A. melinus* en vue de tenter leur acclimatation au Maroc.

Elles arrivèrent le 22 juillet 1965 par la voie aérienne ayant beaucoup souffert d'un délai de voyage (10 jours) exceptionnellement long pour ce mode de transport. A l'arrivée de 60 à 80 % des individus présents étaient morts, soit au stade adulte pour les parasites ayant éclos durant le voyage, soit à tous les autres stades par suite de la pourriture de la presque totalité des écorces de courges.

Néanmoins, les nymphes survivantes (10 à 20 pour chaque espèce) permirent de mettre en souches ces parasites sans recourir à un nouvel envoi. L'importance numérique de chacune augmentait progressivement durant l'été ; elle atteignait à l'automne un niveau suffisant pour entreprendre l'élevage industriel des deux espèces au moment où de nouveaux fruits de Cucurbitacées devenaient disponibles en abondance.

b. Evolution de la production

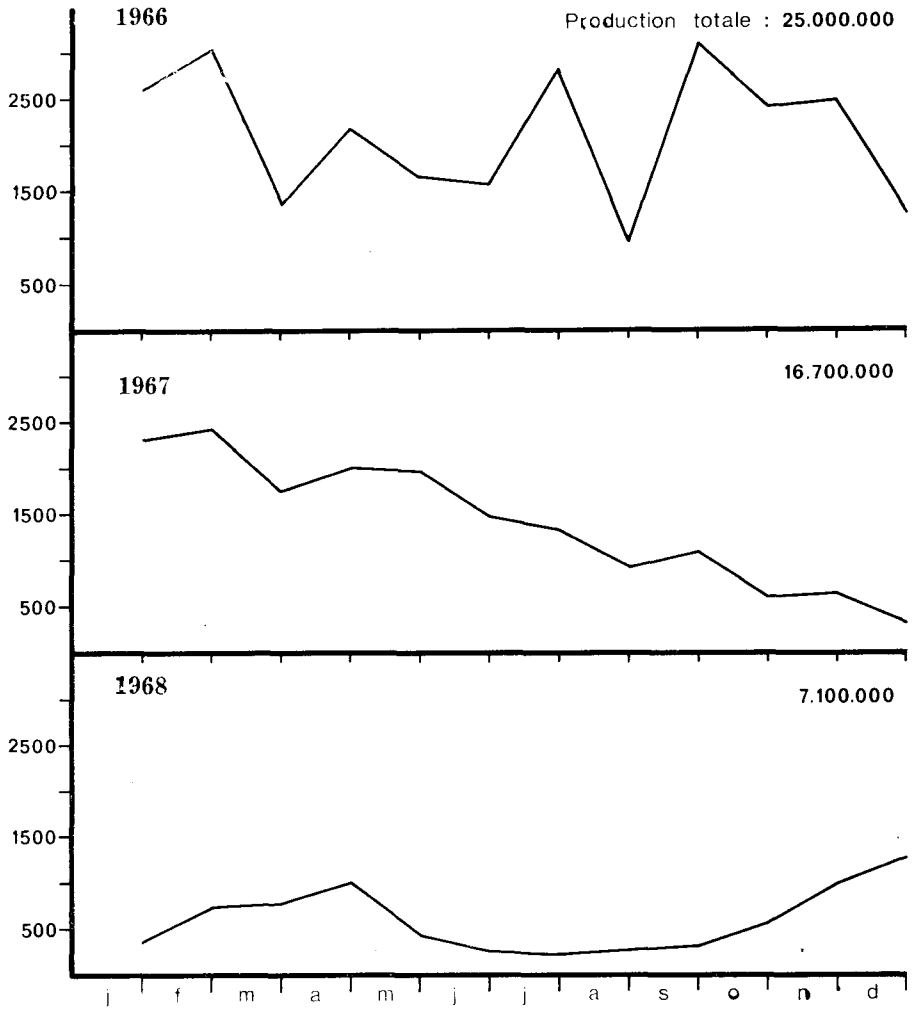
Prévus pour atteindre une production quotidienne minimum de 100 000 *Aphytis,* les élevages mis au point ne permirent d'enregistrer ces chiffres que durant les deux premiers mois de l'année 1966. A cette époque 100 000 *A. lingnanensis* environ et 70 000 individus d'*A. melinus* étaient obtenus journellement. Par la suite, ces chiffres ne furent que rarement dépassés et dans son ensemble, la production baissa d'une année à l'autre.

C'est ainsi que le total cumulé des individus produits durant l'année 1966 plafonna au 31 décembre 1966 à 25 millions ; l'année suivante, il avoisina 17 millions pour s'établir à la fin de l'année 1968 à quelques 7 millions d'*Aphytis.*

Ce phénomène constaté depuis 3 ans de fonctionnement s'accompagne d'importantes fluctuations observées d'un mois à l'autre dans la production de l'Insectarium (FIG. 1). Elles sont en relation étroite avec les possibilités d'utilisation des fruits, soit que leur stock arrive à épuisement, soit que leur état de conservation leur interdise de demeurer sans altération dans les salles d'élevages durant les 72 à 90 jours indispensables à la production des parasites. Ce délai comprend, en effet, le temps nécessaire au développement de la Cochenille-hôte jusqu'au stade femelle (53 jours), celui durant lequel s'échelonne la

FIGURE 1

Variation mensuelle de la production d'*Aphytis* à l'Insectarium de Rabat au cours de trois années (1966 - 1967 - 1968)



production de larves mobiles (19 jours) et celui réclamé par le parasite pour atteindre depuis l'œuf, le stade adulte (18 jours).

Chaque année, les mois de mars à juin représentent jusqu'à présent une période difficile pour l'obtention en quantité suffisante de

TABLEAU I

Aspidiotus hederae — **Contamination, utilisation et déchets des fruits en élevage d'** *Aphytis*

ANNÉES ET MOIS	CONTAMINATION	Déchets avant utilisation		Utilisation à 53 jours		Sortie du récolteur de larves mobiles de cochenilles		Déchets en élevage d'*Aphytis* avant émergence des *Aphytis* adultes
		Avant 14 jours	Avant 53 jours	Production de larves mobiles de cochenilles Récolteur	Production *Aphytis*	Production *Aphytis*	Déchets	
1964	12							
Novembre	16							
Décembre								
	28							
1965								
Janvier	14			12				
Février	11		9	7			7	
Mars	59			14			4	
Avril	66			11			12	
Mai	115		1	58			11	
Juin	199		1	65			41	
Juillet	185			109	6		57	
Août	166		28	160	11	6	95	
Septembre	361		31	132	22	4	182	
Octobre	553			156	10	102	47	
Novembre	632		58	270	33	109	47	
Décembre	651		9	309	235	37	233	
	3 012		137	1 303	317	258	736	
1966								
Janvier	718		88	262	282	46	263	
Février	618		151	245	255	1	261	52
Mars	553		192	334	192	1	244	72
Avril	579		150	132	336	2	332	3
Mai	520		178	72	103	10	122	3
Juin	575		239	119	221	7	65	5

Juillet	646		168	53	299	6	113	0
Août	374		251	92	232	10	43	7
Septembre	450		196	151	299	47	45	0
Octobre	510		62	123	189	73	78	0
Novembre	606		94	147	209	48	75	0
Décembre	592		83	222	205	57	90	11
	6 541		1 852	1 952	2 722	308	1 731	153
1967								
Janvier	581	14	51	186	325	39	151	7
Février	531	17	58	174	292	14	117	5
Mars	655	21	70	166	348	47	76	7
Avril	711	37	131	165	351	45	105	22
Mai	752	54	112	120	323	23	81	11
Juin	588	20	90	168	309	0	181	12
Juillet	548	1	130	187	357	13	156	9
Août	310	3	75	189	343	0	197	0
Septembre	329	2	46	116	270	0	163	0
Octobre	593	11	35	117	171	29	67	11
Novembre	703	16	161	117	148	13	96	19
Décembre	593	9	164	124	178	14	95	35
	6 894	205	1 123	1 829	3 415	237	1 485	138
1968								
Janvier	583	8	175	230	337	40	111	9
Février	414	4	98	168	270	136	69	23
Mars	343	7	92	162	285	88	57	8
Avril	390	22	72	106	196	85	40	17
Mai	450	36	205	71	126	44	43	33
Juin	457	13	137	73	82	30	53	24
Juillet	566	4	74	109	175	25	41	24
Août	487	7	125	217	205	82	45	31
Septembre	471	8	85	199	199	87	81	19
Octobre	513	15	66	232	194	91	91	2
Novembre	496	5	65	186	186	119	64	3
Décembre	566	12	132	196	175	108	127	10
	5 736	141	1 326	1 949	2 430	915	820	203

(*) De Février 1965 à Décembre 1966, les déchets avant le 14e jour sont inclus dans les déchets avant le 53e jour.

fruits favorables au rendement maximum des élevages. Les pastèques, seules encore généralement disponibles après 6 mois de stockage, ne constituent plus, par suite d'un vieillissement se traduisant par des modifications physiologiques internes, que des hôtes médiocres pour les jeunes larves de cochenilles lors des infestations. Les contaminations en résultant sont le plus souvent irrégulières ; elles sont accompagnées d'une forte mortalité et suivies d'un développement ralenti ou perturbé pour les individus fixés.

A côté de ce vieillissement, enregistré également avec les mêmes conséquences pour les fruits de *Cucurbita moschata* environ 4 mois après la récolte, les pourritures, l'éclatement des fruits et la germination précoce des graines à l'intérieur des pastèques, autres phénomènes fréquemment observés, provoquent en cours d'élevage des pertes importantes de cocheniles et par conséquent une baisse sensible de la production d'*Aphytis*.

Si les fruits contaminés chaque jour sont en nombre trop réduit ou que leur conservation est mauvaise, il est impossible, deux à trois mois plus tard de maintenir l'élevage d'*Aphytis* à un niveau élevé. En effet, le nombre de fruits à utiliser pour la production des larves mobiles doit être toujours constant de façon à permettre la contamination quotidienne optimale de nouveaux fruits. Pour atteindre ce but, il est nécessaire de conserver la majorité des cochenilles pour la production de larves mobiles et donc de réduire en proportion le volume de l'élevage d'*Aphytis,* ce qui entraînera des difficultés pour le ramener ensuite à son niveau normal. C'est ainsi que la très mauvaise récolte de pastèques de 1967 du fait de la sécheresse (fruits petits et en petit nombre), l'absence de culture rationnelle de courge en terre irrigable et les manipulations trop brutales des fruits récoltés ont entraîné tout au long de la campagne 1967-1968 une pénurie de matériel végétal de bonne qualité. Non seulement la production d'*Aphytis* a été très irrégulière et de faible volume, mais jusqu'en décembre 1968, la quantité de larves mobiles disponibles n'a pas permi la contamination des 21 fruits quotidiens nécessaires à la bonne alimentation des chaînes d'élevages.

Le bilan de ces trois années fait ressortir les difficultés dans le domaine de la fourniture régulière de fruits sains et de dimensions convenables aptes à héberger des populations denses d'*Aspidiotus hederae*. Il montre en plus que les déchets enregistrés chaque année, abstraction faite des fruits éliminés en cours de stockage en magasins, demeurent importants.

Du 1er janvier 1965 jusqu'au 31 décembre 1968, la destination des fruits infestés entrés à l'Insectarium est indiquée au TABLEAU 1.

A côté du nombre de fruits contaminés mensuellement, les déchets avant et en cours d'utilisation ainsi que le nombre de fruits employés pour la production des Cochenilles et pour celle des parasites y sont représentés.

Il est à remarquer que selon les années ou pour une même année selon les mois considérés le nombre de fruits disponibles pour la production des *Aphytis* est très variable : il est en rapport direct avec l'état sanitaire des fruits infestés. Compte tenu des pertes enregisrées en magasins de stockage avant emploi et de celles constatées durant l'élevage ce sont 9 500 à 10 000 fruits, soit environ 50 à 60 tonnes, qu'il est nécessaire de récolter pour assurer dans de bonnes conditions le fonctionnement régulier de ces élevages.

Or, nous l'avons vu, 6 mois après la récolte pour les pastèques, 4 mois environ pour les courges, ces deux types de fruits deviennent impropres aux infestations, ce qui demanderait pour assurer une production régulière à l'abri de toute déconvenue un apport de fruits frais pendant la plus grande partie de l'année.

Par la mise en culture échelonnée de janvier à septembre dans diverses régions climatiques du Maroc, il doit être possible de récolter des courges dans de bonnes conditions d'avril à décembre. Le volume nécessaire au stockage diminuerait alors sensiblement car la durée de la conservation étant de ce fait réduite, le nombre de fruits à entreposer de décembre à avril avoisinerait 2 000, soit 12 tonnes environ.

En dehors des problèmes soulevés par la conservation des fruits avant et en cours d'élevage, il importe de pouvoir disposer de fruits de dimensions convenables. En effet, les divers matériels utilisés en insectarium sont conçus pour recevoir des courges (*Cucurbita moschata*) dont les dimensions doivent être comprises entre 30 et 50 cm pour la longueur, et 12 à 20 cm pour le diamètre.

Ce n'est pas en réalité le nombre de fruits qui importe le plus mais la surface d'écorce susceptible d'être contaminée par les cochenilles. Bien que cette surface soit plus importante proportionnellement avec de petits fruits qu'avec des gros, il n'est pas possible dans les mêmes meubles d'utiliser des lots de fruits hétérogènes surtout en élevage d'*Aphytis,* où une question de coefficient d'encombrement intervient.

Pour illustrer ce qui précède et expliquer les grandes variations de la production d'*Aphytis,* une présentation graphique des dimensions (longueur et diamètre) de tous les fruits utilisés en élevage d'*Aphytis* au cours de l'année 1968 est donnée par la figure 2. Pour chaque mois, nous avons porté à côté des dimensions des fruits utilisés le cadre dans

lequel devraient se tenir celles des fruits assurant le meilleur rendement.

Les variations constatées aussi d'un mois à l'autre dans la taille des fruits employés sont à rapprocher de celles enregistrées dans la production d'*Aphytis*, en sachant qu'il existe un décalage dans le temps de 14 à 18 jours entre le moment où les fruits sont introduits dans les meubles d'élevage et la récolte des adultes de parasites. C'est ainsi par exemple que les fruits utilisés entre le 15 et le 31 mars permettent d'obtenir des *Aphytis* adultes du 21 mars au 18 avril.

L'analyse de ces divers graphiques permet de remarquer que la majorité des fruits utilisés au cours de l'année 1968 n'atteignait pas les dimensions requises, ce qui explique en grande partie la faible production de l'insectarium durant l'année.

En théorie, en utilisant toute l'année des fruits sains à raison de 21 contaminés par jour, soit 7 665 par an,

— 9 sont utilisés sur le récolteur, soit 3 285 par an (42,85 p. 100) ;

— 12 sont employés à l'élevage d'*Aphytis* auxquels se joignent quotidiennement 6 autres fruits sortant du récolteur de larves mobiles, soit au total 18 fruits par jour, ce qui équivaut à 6 570 fruits par an (85,71 p. 100) ;

— les 3 autres fruits restant chaque jour sur le récolteur sont en général inutilisables et constituent les déchets qui ne devraient pas dépasser 1 095 fruits par an, soit 14,28 p. 100.

Avec des fruits de bonnes dimensions correctement contaminés (densité moyenne de 40 à 60 Coch. cm^2 soit 25 à 35 000 cochenilles par fruit), il est raisonnable d'espérer 150 à 200 000 *Aphytis* par tiroir de 6 fruits, soit un total journalier de 450 à 600 000 *Aphytis*, ce qui représente en moyenne de 165 millions à 220 millions de parasites par an.

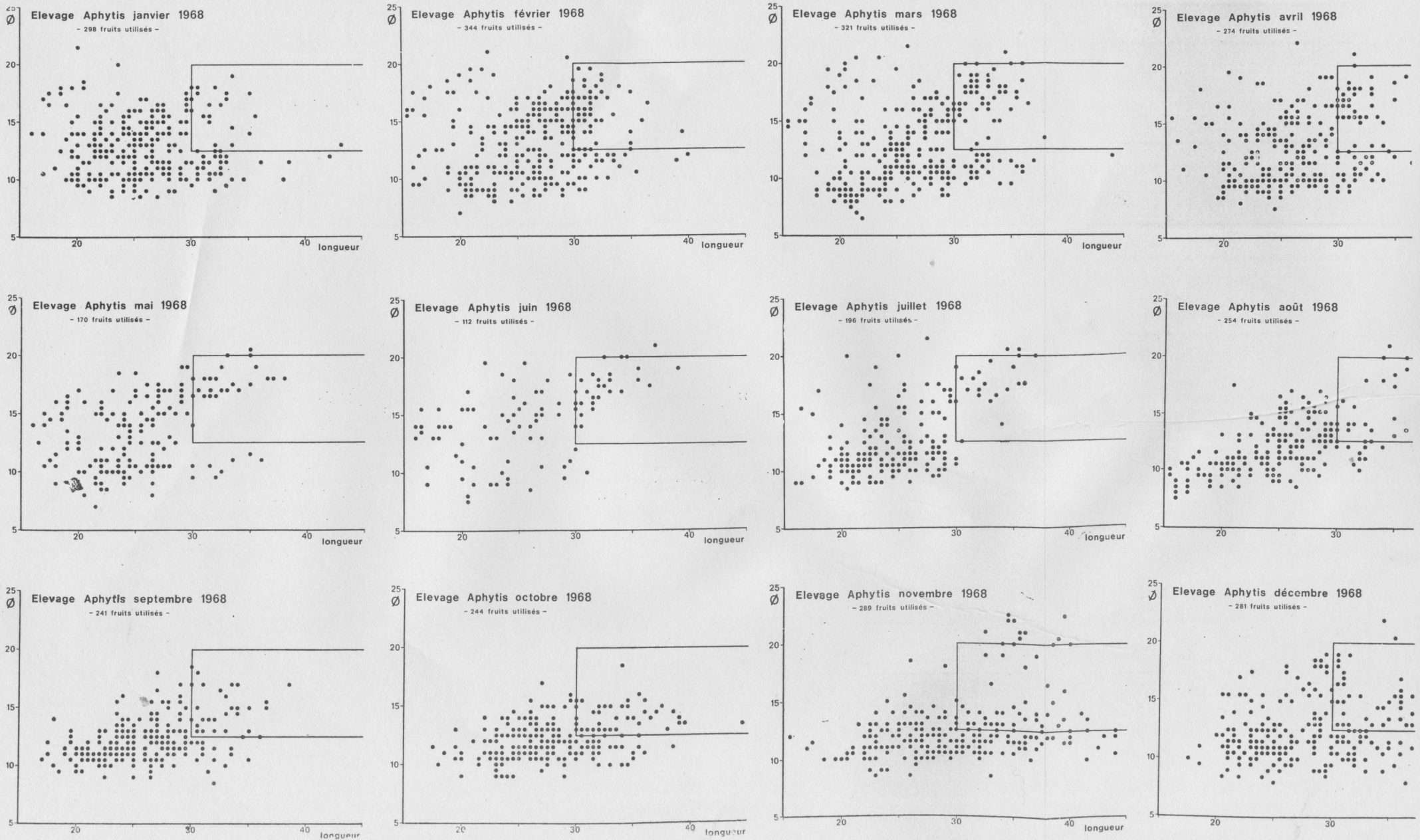
Le problème de la culture à contre-saison des Cucurbitacées nécessaires à ces élevages est donc dès à présent primordial à résoudre en prévision du jour où les parasites ayant manifesté leur efficacité, il faudra étendre à la pratique cette méthode de lutte en créant des unités de production d'*Aphytis* dispersées dans les diverses zones d'utilisation.

Afin de préparer ce stade ultime, la production de l'Insectarium de Rabat, malgré ses irrégularités, a permis néanmoins une étude expérimentale valable dans différents vergers.

FIGURE 2

Taille des fruits utilisés mensuellement durant l'année 1968 par l'Insectarium.

Le cadre figure les dimensions que devraient posséder les fruits pour l'obtention d'un rendement maximum, les chiffres sont exprimés en centimètres.



II. Etude expérimentale des lachers d'*Aphytis* en vergers

a. Introduction et méthodes

Si les possibilités d'acclimatation des *Aphytis* dans les diverses zones climatiques marocaines définies par DELUCCHI (1965), ne furent pas négligées, toute l'expérimentation porta dès le début sur l'utilisation dans la zone intermédiaire (à qui appartient tout le Gharb notamment) des parasites comme moyen de lutte contre le Pou de Californie en comparaison avec ce que l'on obtient normalement dans les mêmes conditions par voie chimique. Notre but était de juger à long terme de l'intérêt pratique des *Aphytis,* soit qu'ils se révèlent totalement efficaces, soit que leur action limitée demande à se voir renforcer par des pulvérisations chimiques périodiques, dont la fréquence resterait à déterminer.

Cette expérimentation s'effectuait dans des propriétés privées où l'aspect économique du problème *A. aurantii* commandait. Il était donc délicat dans les parcelles traitées par *Aphytis :*

— soit de lâcher un nombre restreint de parasites et de courir le risque d'une récolte compromise dès la première année par suite d'une multiplication insuffisante du parasite entraînant une efficacité limitée ;

— soit de ménager un témoin sur lequel les pullulations du ravageur se seraient données libre cours.

Pour tourner ces deux difficultés, il fut décidé, en l'absence de toute expérience ou de documentation liant le nombre d'*Aphytis* à libérer à une estimation même approximative des populations d'*Aonidiella,* de procéder à des lâchers réguliers toute l'année sur les parcelles et de considérer comme témoins celles régulièrement traitées chimiquement, situées en bordure des essais de Lutte Biologique.

Quelques lâchers de parasites se firent dès l'automne 1965. A cette époque, par suite du nombre encore limité de parasites disponibles, leur mise en place en vergers s'effectua au moyen de fruits infestés ayant servi au préalable à l'entretien des souches. C'était donc une population d'*Aphytis* hétérogène dont l'éclosion s'échelonnait sur plusieurs jours successifs qui était installée chaque fois avec succès à l'intérieur des arbres au niveau de leur frondaison. L'importance numérique des parasites ainsi libérés n'a pu être évaluée qu'approximativement.

Aussi, cette méthode qui avait le seul avantage d'utiliser des para-

sites qui auraient été perdus par ailleurs, fut-elle remplacée dès janvier 1966 par des lâchers d'adultes d'*Aphytis* éclos le jour même ou le jour précédent. La dispersion de ces derniers était assurée selon une technique de bloc applicable dans les plantations effectuées en lignes.

Dans un verger où les arbres sont plantés à 7 m sur 7 m, par exemple, les parasites adultes sont libérés au contact d'un arbre dit « arbre de lâchers » situé au centre d'un bloc de 9 arbres, à raison de 4 000 individus femelles, soit un million d'*Aphytis* à l'hectare par an. Depuis l'arbre central, la dispersion du parasite s'effectue rapidement à tous les voisins et un équilibre rapide s'établit au point de vue importance du parasitisme entre les 9 arbres du bloc.

Pour comparer l'efficacité pratique des *Aphytis* importés avec celle des traitements chimiques les plus couramment employés, on adopta le procédé en usage habituellement pour tester l'intérêt de ceux-ci contre *A. aurantii* : celui des « écarts de triage ». Dans toute l'expérimentation entreprise, cet écart est représenté par le pourcentage de fruits qui, une fois conditionnés, sont classés à leur sortie des stations d'emballage, comme inexportables par suite de la persistance à leur surface de plus de 5 cochenilles par fruit, à l'exclusion de toute autre cause d'élimination.

C'est une méthode à caractère essentiellement économique. Elle complète celle utilisée par DE BACH, DIETRICK et FLESCHNER (1949), modifiée par HUFFAKER, KENNETT et FINNEY (1962) où pour évaluer l'action des parasites dans les fluctuations numériques des populations de *A. aurantii* et de *Parlatoria oleae* COLVEE, les arbres témoins (agrumes ou oliviers) sont traités en partie ou en totalité au D.D.T. Les populations de Cochenilles en résultant dans ce cas montrent ce que seraient dans l'ensemble du verger les pullulations de chaque ravageur, si les *Aphytis* étaient inexistants.

Par contre, ces deux méthodes ne dispensent pas pour autant d'une étude plus précise appelée à définir un taux de parasitisme. Celui-ci est exprimé par le rapport existant entre les femelles parasitées et l'ensemble des individus de ce stade dénombrés à un moment donné et permet de suivre les variations de la densité de populations des parasites en cours d'année.

Sur les trois méthodes envisagées, les deux extrêmes furent couramment utilisées dans les vergers d'essais.

L'application de la première, qui nécessite l'observation individuelle de l'ensemble des fruits récoltés sur un nombre déterminé d'ar-

bres de chaque parcelle, permet une bonne évaluation quantitative de l'efficacité des parasites étudiés. Si elle réclame pour son utilisation un travail énorme et rapide de comptage de fruits, les chiffres obtenus par cette voie sont immédiatement interprétables.

C'est par contre une méthode globale qui ne rend pas compte en cours d'année de la dynamique des populations du Pou de Californie. Elle supprime ainsi à priori toute tentative même imparfaite de prévision à court terme (du printemps à l'automne) des risques de pullulations d'*Aonidiella.*

En effet, si l'augmentation progressive des densités sur fruits jusqu'à l'encroûtement est, dans le Gharb, fonction en grande partie des conditions climatiques, la population initiale présente sur les arbres en mars, joue certainement un rôle dans l'infestation plus ou moins forte des fruits.

C'est donc uniquement par dénombrements périodiques des divers stades successifs de développement que l'évolution de *Aonidiella* et de ses parasites a pu être étudiée durant ces quelques années.

Dans ce but il fut procédé deux fois par mois durant toute l'année à la récolte d'échantillons. Selon la saison, chaque prélèvement comportait des feuilles, des rameaux et des fruits.

Sur chaque fragment de végétal, l'ensemble des stades de développement de l'Insecte était dénombré, le total d'individus comptés chaque fois étant extrêmement variable. Selon les localités, les saisons ou les années, les densités des populations présentent de telles différences que s'arrêter chaque fois à un nombre fixe d'individus par comptage équivaudrait, dans le cas de densités faibles à dégarnir une grande partie des arbres. En revanche, après une période d'éclosions massives, quelques feuilles offrent déjà des populations fixées d'une importante densité. Ces restrictions apportées, le nombre d'individus comptés tendait vers une moyenne de 1 000 à 1 500 selon les possibilités.

A partir de 1967, ces comptages furent étendus à l'ensemble de la partie « bois de 1 an » des rameaux dits « gourmands » visibles dans la moitié supérieure d'un bon nombre d'arbres, pour essayer de lier la densité des Cochenilles observées par unité de longueur (ici 1 mètre) au taux de parasitisme noté et à l'importance des écarts enregistrés dans la parcelle à la récolte. Des notations identiques avec le même but eurent lieu également sur fruits. Ces notations constituent l'amorce d'une recherche plus précise destinée à définir une méthode

de précision des infestations avec comme but final la détermination d'un seuil de tolérance économique au-delà duquel une intervention humaine devient justifiée. Sans vouloir déterminer dès maintenant ce que sera la forme de cette intervention, chimique ou biologique, essayer de caractériser ce seuil serait un premier pas rationnel vers la mise au point d'une lutte intégrée en vergers d'Agrumes.

En complément de ces dénombrements périodiques, les contrôles d'implantation des parasites étaient précisés par la détermination des diverses espèces d'*Aphytis* recueillis dans les éclosoirs recevant après chaque comptage le matériel végétal restant des divers échantillons.

L'ensemble des données obtenues ainsi permet, après un aperçu sur l'évolution de *C. dictyospermi*, d'*A. aurantii* et des *Aphytis* dans diverses localités, l'étude plus précise de l'efficacité parasitaire de ceux-ci dans ces mêmes conditions.

b. Rappel du cycle évolutif des deux hôtes Cochenilles

— *C. dictyospermi* MORG.

Dans une note antérieure (BENASSY et EUVERTE, 1967) nous avons déjà précisé l'évolution du Pou Rouge dans le Gharb à Mechra bel Ksiri sur une plante ornementale *Aberia caffra* HARVEY et SONDER qui constitue encore dans quelques propriétés les limites des plantations.

Elle se caractérise par l'existence de trois générations annuelles débutant chaque fois par une apparition massive de jeunes larves. Bien que la date des premières éclosions puisse varier en fonction du caractère climatique de l'année, elles se situent en général fin mars, début avril, pour la première génération, (le maximum des sorties se localisant chaque année dans la deuxième quinzaine du mois d'avril), dans la deuxième décade de juin (avec un maximum d'éclosions courant juillet) pour la deuxième génération. La troisième génération apparaît à l'automne en septembre l'éclosion se prolongeant durant deux mois ; le maximum est alors très variable selon les années : le 15 septembre en 1965 et un mois plus tard, à la mi-octobre, les deux années suivantes.

Durant l'hiver, des températures élevées amenant un réchauffement passager peuvent entraîner une reprise de la ponte chez certaines femelles et l'émission corrélative de jeunes larves ; cette dernière est cependant toujours limitée.

Tel qu'il est, ce cycle constitue l'évolution caractéristique de l'espèce dans toutes les zones agrumicoles marocaines. Des variations

de détail pouvant intervenir en fonction des plantations, des observations supplémentaires ont été réalisées dans le Gharb à Kenitra sur Clémentiniers et à Sidi Slimane sur la variété *Valencia* : elles avaient pour but de préciser dans ces deux localités particulières, les périodes les plus favorables aux lâchers projetés dans les plantations de cette région, en essayant de déterminer les époques où les populations peuvent être homogènes et les plus denses.

L'évolution de *C. dictyospermi* enregistrée dans ces deux cas confirme les données précédentes, en les précisant.

C'est ainsi qu'en 1966, la première apparition annuelle de larves mobiles, dont le début s'observe dans les premiers jours d'avril à Kenitra, passe par un maximum le 17 mai pour s'achever les derniers jours du mois. Cette émission d'une durée de 60 jours, supérieure à la normale de deux semaines environ, s'effectue régulièrement, une régression continue intervenant une fois la période d'accroissement achevée.

Un phénomène identique se manifeste aux mêmes dates l'année suivante, en 1967 à Kenitra comme à Sidi Slimane. Cependant, l'allure des courbes d'émission des larves mobiles diffère.

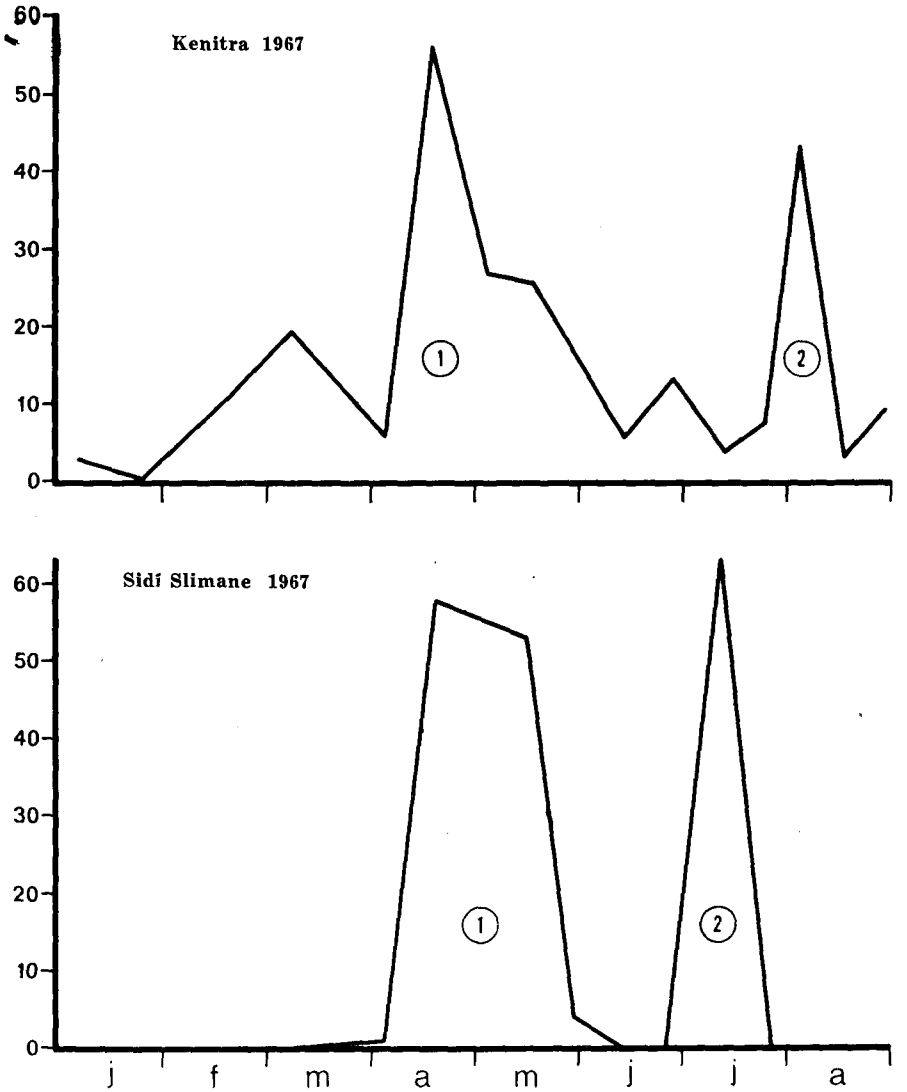
A Kenitra, où les conditions de température de février permettent déjà à de nombreux œufs d'éclore, le nombre de larves mobiles visibles dans les populations, de progressif qu'il est en mars, subit un brusque accroissement en avril (FIG. 3) ; il plafonne le 18 avril (56 % des individus dénombrés sont de larves mobiles à cette date), pour décroître ensuite, rapidement d'abord jusqu'au 2 mai, et plus régulièrement ensuite jusqu'à la mi-juillet, époque qui marque le début d'une nouvelle éclosion.

A Sidi Slimane, une éclosion massive intervient dans les premiers jours du mois d'avril (FIG. 3). Les larves mobiles constituent le 19 avril 58 % des individus vivants visibles dans les populations et elles représentent ensuite jusqu'au 15 mai plus de 50 % des divers stades de cochenilles dénombrés. Quinze jours plus tard, le 29 mai, l'importance des larves mobiles atteint un niveau négligeable et il n'en existe plus ensuite jusqu'au 26 juin, date qui marque le début de la deuxième éclosion massive de l'année. Cette dernière, on doit le souligner, intervient dans ce biotope, près de trois semaines plus tôt que dans l'autre.

Dans les deux localités cette nouvelle éclosion, la 2e annuelle, se répartit sur un mois. Au brusque accroissement correspond une

FIGURE 3

Apparition des larves mobiles de deux premières générations annuelles de *C. dictyospermi* sur Agrumes en 1967 comparativement à Kenitra (zone subcôtière) et à Sidi Slimane (zone intermédiaire)



régression du même type. Dès le 26 juillet (à Sidi Slimane) en effet plus aucune larve mobile n'est visible jusqu'aux premiers jours de septembre, tandis qu'à Kenitra, après la brusque régression constatée entre le 3 et le 16 août, la population de larves mobiles oscille autour d'un faible pourcentage qui ne devient nul qu'au début septembre, époque où se manifeste dans les deux biotopes la 3e éclosion annuelle des œufs de *C. dictyospermi.*

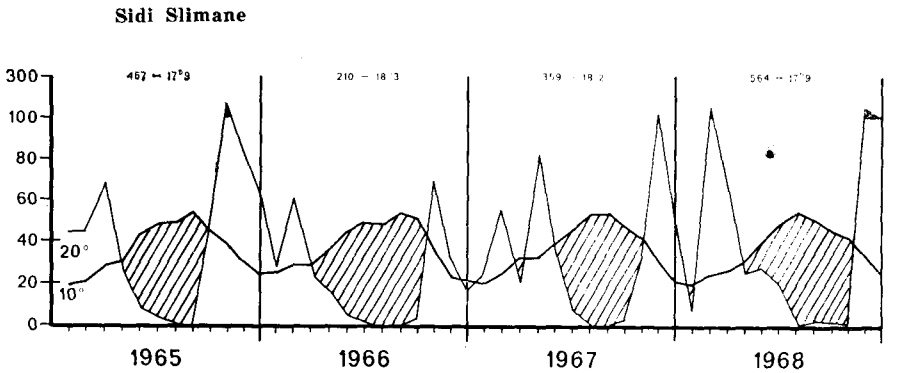
L'évolution des populations de larves mobiles est ensuite comparable dans les deux biotopes durant tout l'automne.

L'année suivante, les recoupements effectués permettent de retrouver le cycle général de *C. dictyospermi,* où les courbes d'éclosions restent néanmoins caractéristiques de chacun des biotopes.

A Sidi Slimane, localité située dans la zone climatique intermédiaire définie par DELUCCHI et caractérisée par une sécheresse particulièrement prononcée durant 5 à 6 mois (FIG. 4), correspond le cycle évolutif typique reconnu antérieurement dans le Gharb, où les diverses générations successives sont nettement tranchées : l'absence de larves mobiles à certaines périodes alterne avec l'abondance des jeunes cochenilles observée trois fois l'an depuis le printemps jusqu'à l'automne suivant.

FIGURE 4

Données climatiques de la région de Sidi Slimane de 1965 à 1968



Données exprimées selon les normes des climatogrammes de WALTER et LIETH (1960) où la surface hachurée comprise entre la courbe de la température moyenne mensuelle (en haut) et la courbe de la hauteur de pluie mensuelle (en bas) traduit la période de sécheresse. Les hauteurs d'eau sont exprimées en millimètres et les températures en degrés centigrades. Les chiffres figurant dans le haut correspondent chaque année : le 1er, à la pluviométrie et le 2e à la température moyenne de l'année.

Par contre, à Kenitra, biotope se situant à la limite des zones côtière et subcôtière, où l'on retrouve pour *C. dictyospermi* le même cycle évolutif que précédemment, les variations enregistrées dans l'importance numérique des larves mobiles sont plus atténuées : l'éclosion des œufs a lieu d'une façon pratiquement continue depuis le printemps jusqu'à l'automne avec, cependant, les trois périodes d'apparition massive caractéristiques du cycle de l'Insecte.

Cette évolution dénote dans ce biotope l'existence de populations hétérogènes dues au chevauchement plus ou moins important des générations successives, tandis que dans le Gharb, en l'absence de tout chevauchement d'une génération sur la suivante, les populations demeurent homogènes à tout instant.

Cette particularité est à prendre en considération pour l'utilisation éventuelle de parasites tels que les *Aphytis* qui sont spécifiques de stades déterminés de leur hôte (depuis le 2e stade jusqu'à la femelle adulte en fin d'évolution, dans le cas de *C. dictyospermi*) pour ne libérer les parasites qu'aux périodes les plus favorables à la ponte, afin d'assurer avec le maximum de chances de succès la « coïncidence » nécessaire à la réussite de toute lutte biologique.

Théoriquement, les lâchers d'*Aphytis* importés pouvaient donc se réaliser toute l'année à Kenitra, alors qu'à Sidi Slimane, seules trois périodes apparaissaient comme particulièrement favorables à l'acclimatation de ces parasites.

Une préoccupation du même ordre intervient dans le cas d'*A. aurantii*. La période durant laquelle les individus de cette espèce constituent des hôtes favorables à la ponte des *Aphytis* est plus réduite que pour *C. dictyospermi* : elle inclut les deuxièmes stades larvaires et les jeunes femelles avant la formation du voile ventral. En conséquence, une connaissance précise de l'évolution du Pou de Californie apparaissait également indispensable comme base préalable à tout essai de lutte biologique dans diverses plantations du Gharb.

— *A. aurantii* MASK.

Dans son étude sur *A. aurantii* au Maroc, DELUCCHI (1965) met en évidence la manifestation successive de trois périodes de reproduction massive de cette Cochenille en cours d'année.

La première, printanière, est bien délimitée dans le temps ; elle est issue, en effet, d'une population hivernante homogène composée fin février d'une majorité de femelles adultes dont l'entrée en partu-

rition, dès les premiers jours de mars chaque année généralement, provoque l'émission soudaine des larves mobiles à cette date ; le maximum des jeunes fixations se situe entre la fin du mois de mars et le 15 avril.

Le mois de juillet constitue la seconde période de reproduction massive du Pou de Californie. Tout en conservant la soudaineté d'apparition de la précédente, cette période est plus brève, les fortes températures enregistrées dans le Gharb à la fin de juillet comme en août freinent la natalité et provoquent la mortalité presque totale des larves mobiles avant leur sortie de dessous le bouclier maternel. Chaque année, le sommet de la courbe d'apparition des larves mobiles, début d'une 2e génération annuelle, se situe généralement dans la deuxième quinzaine de juillet.

A l'automne, une nouvelle émission de larves mobiles, la troisième de l'année, intervient. Elle est étalée dans le temps et débute le plus souvent les derniers jours de septembre ou les premiers jours d'octobre, la plupart des femelles adultes de la 2e génération ayant évolué très rapidement au cours des mois d'août et de septembre.

Durant l'hiver, les basses températures et les pluies ont une double influence. Elles permettent aux femelles encore vivantes de la 2e génération de survivre et provoquent la mortalité sous le bouclier maternel des larves mobiles prêtes à sortir. D'ailleurs dans toutes les plantations de l'intérieur du pays, l'émission des larves mobiles peut reprendre à tout moment durant cette saison par suite d'une hausse temporaire de la température due à une période de chergui. Ce phénomène, qui ne concerne chaque fois qu'une fraction limitée des adultes présents, est insuffisant cependant pour modifier d'une façon appréciable l'homogénéité d'une population hivernante qui évolue lentement vers le stade adulte pour les femelles et nymphal pour les mâles.

Un tel cycle représente l'évolution normale du Pou de Californie sous les conditions marocaines. Dans toutes les zones agrumicoles, il se retrouve peu modifié ; les variations constatées en fonction des biotopes et selon les années portent avant tout sur le décalage de la date d'apparition et parfois l'étalement de la durée d'émission des larves mobiles, début des trois générations successives.

C'est ainsi par exemple que dans le Gharb, à Mechra bel Ksiri, l'évolution du Pou de Californie dans les deux plantations régulièrement suivies depuis le début de l'année 1966 présentait les caractéristiques suivantes :

En 1966, l'émission printanière des larves mobiles s'étend sur trois mois, du 1er mars à la fin du mois de mai. La courbe représentative, après une lente progression du 1er au 31 mars, accuse dans la première quinzaine d'avril un brusque accroissement pour atteindre son sommet le 26 du même mois, suivi d'une régression régulière durant tout le mois de mai.

Un mois plus tard, la deuxième émission de larves mobiles, dont les premières manifestations ont lieu à la fin de juin, passe par un maximum le 2 août ; elle est achevée le 30 après s'être poursuivie pendant deux mois.

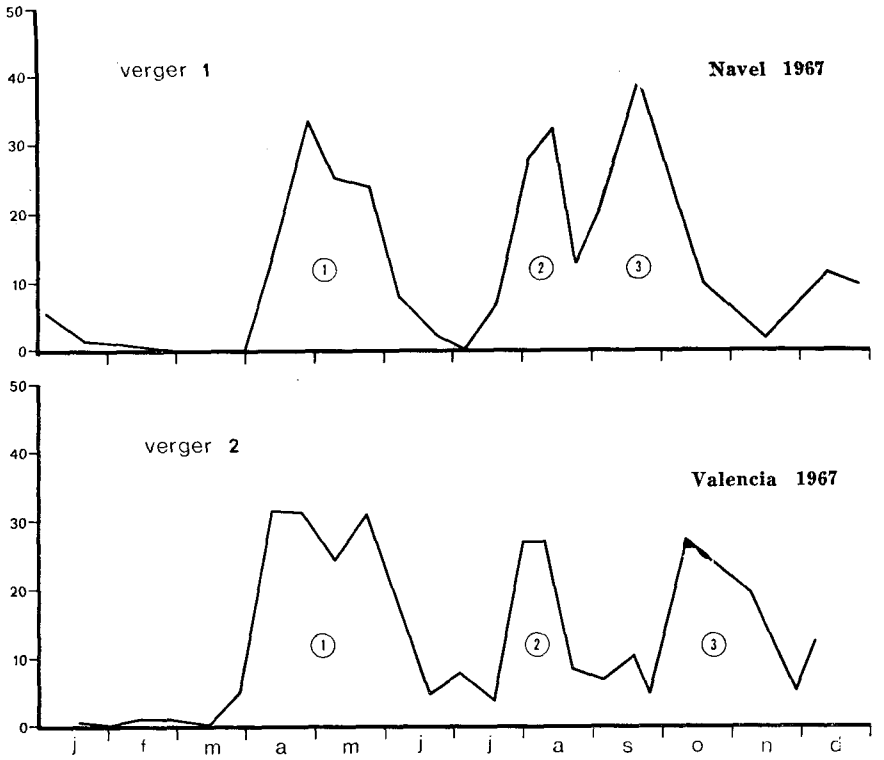
La mi-septembre marque le début d'une troisième manifestation de jeunes larves du pou de Californie. Leur densité s'accroît régulièrement jusqu'à la fin du mois d'octobre, date qui marque le début d'une régression continue qui s'étend jusqu'aux premiers jours de décembre. Cependant, des jeunes larves actives peuvent se retrouver jusqu'à la fin du même mois. L'année précédente, le 28 septembre marquait déjà le point culminant d'une sortie de larves mobiles qui avait débuté les premiers jours du mois, pour s'achever très rapidement à la mi-novembre.

En 1967, la première émission de larves mobiles présente la soudaineté caractéristique de l'espèce (FIG. 5 - verger 1). Elle est massive durant tout le mois d'avril pour atteindre un maximum à la fin de ce mois ; elle se maintient ensuite à un haut niveau durant tout le mois de mai pour décroître rapidement dans les derniers jours du mois. La régression amorcée se poursuit en juin et l'importance des larves mobiles devient négligeable fin juin, début juillet, avant la manifestation des premières larves mobiles de la deuxième émission annuelle qui, comme la précédente, intervient brusquement.

Jusqu'à la mi-août, l'abondance des larves mobiles va en croissant dans les populations observées de chaque localité. Après le maximum enregistré, par exemple le 14 août 1967 dans le verger 1, la régression intervient immédiatement. Le minimum observé alors fin août se situe à une période où la troisième émission de larves mobiles a déjà débuté. Il s'ensuit un fort pourcentage de larves mobiles présentes dans les populations à cette date : il est de 12,6 % par exemple dans le verger 1. De ce minimum, l'abondance des larves mobiles remonte rapidement pour plafonner ensuite entre la fin de septembre (le 20, dans le verger 1) et la mi-octobre (le 11, dans le verger 2) aux environs de 40 % des individus comptés dans les deux biotopes etudiés. Passée cette période, la population de larves mobiles décroît

FIGURE 5

des larves mobiles au cours de l'année 1967
Cycle évolutif d' ***A. aurantii*** **: périodes successives d'émission**
dans deux plantations distinctes (verger 1 et verger 2).

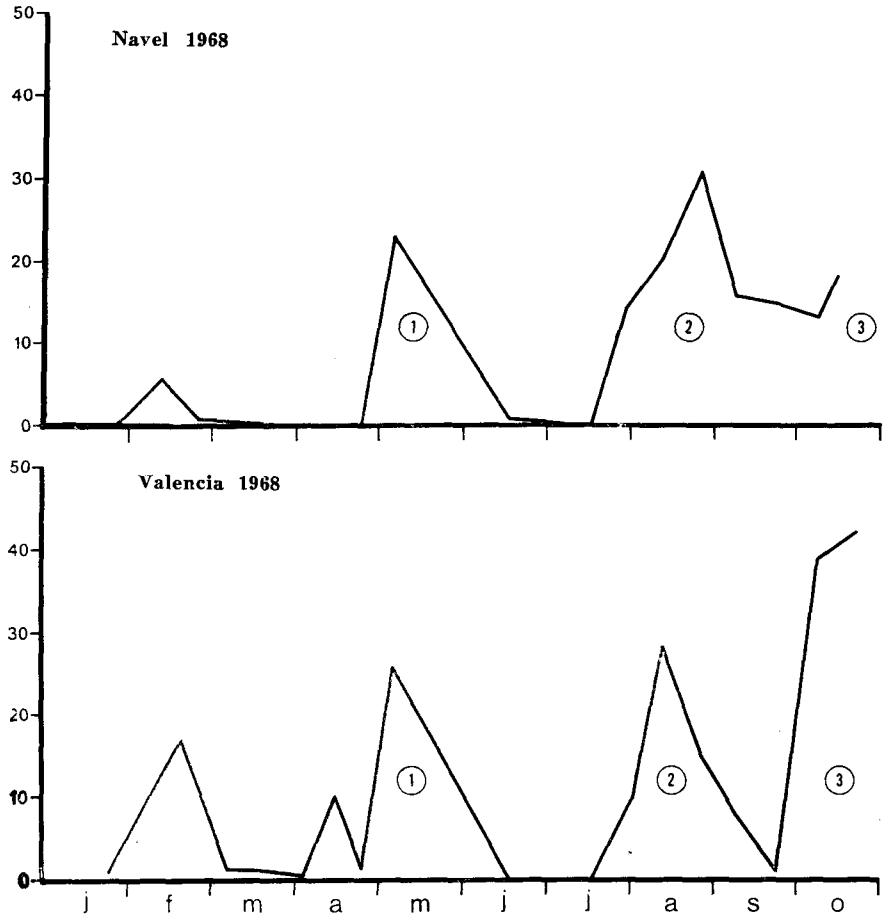


progressivement jusqu'à la mi-novembre ; après, des larves mobiles peuvent encore se manifester en quantité non négligeable parfois, comme ont permis de le voir les observations réalisées tout au long de l'hiver.

C'est le cas en février 1968 (FIG. 6) où l'on assiste dans les divers biotopes du Gharb à une manifestation exceptionnelle de larves mobiles, sans rapport cependant avec, la première émission annuelle d'*A. aurantii* qui se manifeste deux mois plus tard, avec la soudaineté qui la caractérise. Le maximum de larves mobiles émises est atteint courant mai, et la régression est achevée le 17 juin dans les diverses

FIGURE 6

Cycle évolutif d'*A. aurantii* : périodes successives d'émission des larves mobiles au cours de l'année 1968 dans deux variétés distinctes d'un même verger (verger 1).



localités après une durée d'émission de l'ordre de deux mois et demi environ.

A cette période, en succède une autre qui se caractérise par l'absence de larves mobiles dans tous les comptages réalisés durant un mois, du 17 juin au 16 juillet. Cette dernière date marque le début d'une nouvelle émission de jeunes larves ; elle se poursuit pendant deux mois environ en passant par un maximum, atteint le 12 août dans l'un des cas et le 20 août dans l'autre.

Dès la fin de septembre, la troisième émission de cochenilles a lieu : elle atteint son maximum les derniers jours d'octobre et se poursuit comme les années précédentes jusqu'en décembre.

c. Evolution des divers Aphytis

Les observations fragmentaires réalisées déjà par DELUCCHI sur *A. aurantii* donnent un premier aperçu de l'évolution toute l'année d'*A. chrysomphali* sur la bande littorale. Par contre, dans le Gharb, région où les conditions climatiques réduisent fortement l'abondance des populations, les parasites ne sont visibles le plus souvent que de l'automne jusqu'au printemps suivant.

Durant cette période à Mechra bel Ksiri, une première phase de ponte massive pouvait s'observer en janvier, la seule autre visible se situait ultérieurement en mai-juin.

Parallèlement, durant la même période sur le littoral, le nombre de pontes visibles était plus important. Une ponte massive, intervenait fin septembre début octobre ; elle était suivie d'une tout aussi abondante, deux mois plus tard, fin novembre-début décembre. Succédait à cette dernière une autre à la mi-février, aucune ponte n'intervenant ensuite avant mi-juin suivant.

Ultérieurement, les faibles populations présentes en vergers durant tout l'été ne permettaient pas de retrouver la moindre trace des générations existantes pendant cette saison.

Un phénomène semblable a lieu également lorsque *A. chrysomphali* évolue en tant que parasite de *C. dictyospermi*. Bien qu'il offre localement, même dans le Gharb, une abondance suffisante pour permettre une étude plus précise de son cycle depuis l'automne jusqu'au printemps suivant, il disparaît par contre des plantations durant tout l'été.

De l'automne au printemps, les observations réalisées depuis 1965 dans les buissons d'*Aberia caffra* et dans diverses plantations d'Agrumes contaminées par *C. dictyospermi* ont permis de retrouver des pontes massives aux périodes suivantes :

La première observée a lieu en septembre-octobre. Elle est suivie d'une autre dont le maximum peut se situer chaque année à la mi-décembre.

La première quinzaine de février constitue ensuite chaque année une période de ponte importante dans les différents biotopes. Il lui

succède une autre, printanière, débutant au mois d'avril, qui atteint son maximum au cours des premiers jours de mai et se poursuit jusqu'à la fin de ce mois. Entre le 15 juin et le 15 juillet, une brève ponte peut s'observer encore certaines années, mais ensuite, jusqu'en septembre, les parasites disparaissent pratiquement des plantations où aucun stade vivant d'*Aphytis* n'a jamais été retrouvé jusqu'à présent au cours de l'été.

Ainsi durant les neuf mois pendant lesquels il peut être retrouvé dans les vergers, *A. chrysomphali* présenterait successivement cinq périodes de ponte correspondant chacune à l'existence d'une génération distincte.

Dans le cas des parasites importés, le nombre de générations se succédant en cours d'année est difficile à préciser, les lâchers introduisant régulièrement des parasites en vergers.

Bien qu'*A. chrysomphali* possède un cycle évolutif plus court comparativement que celui d'*A. lingnanensis* (De Bach et Sisojevic, 1960), on assiste dans les diverses plantations du Gharb à l'élimination, étudiée par les auteurs américains (De Bach et Sunby, 1963 ; De Bach, 1966), d'*A. chrysomphali* par le parasite importé. Ce dernier se révèle bien adapté à toutes les zones chaudes de l'intérieur du pays par opposition aux biotopes du littoral qui constituent pour *A. chrysomphali* son aire normale de répartition.

d. Dynamique des populations dans les diverses plantations

Si l'on excepte les essais fragmentaires réalisés au nord de Larache et à Ksar el Kebir, qui ne purent être régulièrement suivis dès le début, l'expérimentation intéressa deux secteurs d'inégale importance :

— l'un situé au sud de Rabat réunissait à côté d'un verger localisé à la limite climatique des zones subcôtière et intermédiaire (El Koudia), quatre plantations des environs immédiats de Marrakech (zone intérieure) ;

— l'autre situé au nord de Rabat groupait dans le Gharb des vergers localisés dans les zones côtière (Kenitra, Sidi Bouknadel) et intermédiaire (Mechra bel Ksiri et Sidi Slimane).

— El Koudia

C'est dans ce verger infesté par *C. dictyospermi* que furent réalisés les premiers essais d'introduction d'*Aphytis*. Cette plantation

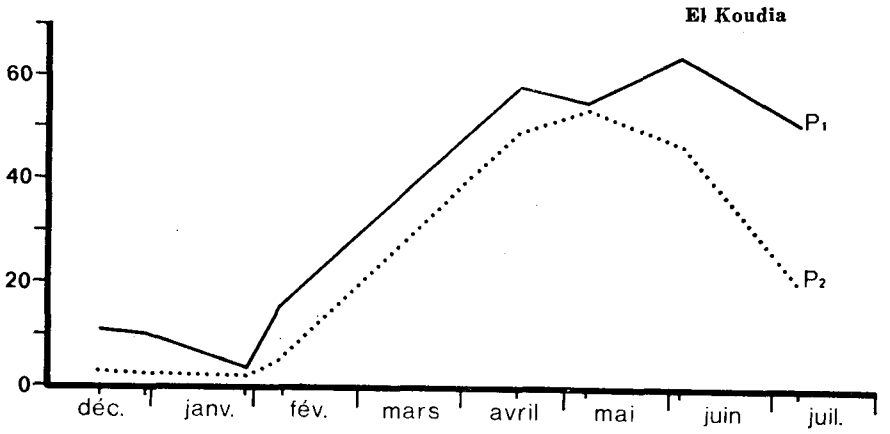
composée de deux parcelles, l'une d'orangers *Valencia,* l'autre d'agrumes variés, totalisait 370 arbres plantés à 7 m × 7 m. Le dernier traitement insecticide avait été pratiqué en 1964 au moyen d'une pulvérisation à base d'ester phosphorique.

Les lâchers au nombre de 6 s'échelonnèrent du 15 décembre 1965 au 9 août 1966. Effectués au début par dépôt des courges ayant servi à l'élevage des deux parasites, ils furent poursuivis ensuite par libération des adultes éclos le jour même. Au total 1 800 000 parasites des deux espèces furent employés, soit 5 000 individus environ par arbre, chiffre supérieur à la « dose » normale de 4 000 parasites préconisé par DE BACH et WHYTE (1960) dans les conditions des vergers de Californie où la densité est de l'ordre de 200 arbres/ha.

La récolte des fruits se réalisa en mai 1966 ; elle ne donna lieu à aucun contrôle particulier de la qualité des fruits, car les libérations de parasites étaient trop récentes pour permettre aux *Aphytis* de manifester déjà un début d'efficacité dans leur nouveau milieu. A cette époque pourtant le taux de parasitisme des femelles du Pou Rouge apparaissait comme très important. Régulièrement suivi dès les premiers lâchers, il accusait dans l'ensemble du verger un brusque accroissement en avril après s'être maintenu dans les deux parcelles à un niveau faible tout au long de l'hiver (FIG. 7).

FIGURE 7

Evolution du taux de parasitisme constaté sur les femelles de *C. dictyospermi* dans deux parcelles d'Agrumes P 1 et P à El Koudia par suite des lâchers d'*Aphytis* réalisés depuis janvier 1966



C'est ainsi que les femelles du Pou Rouge étaient parasitées à raison de 10 % environ dans la première parcelle (P_1), et à raison de 2 à 3 % dans la seconde parcelle (P_2) par suite de l'action d'*A. chrysomphali,* dont la présence avait été constatée dans le verger avant les lâchers.

L'accroissement constaté en avril est attribuable au développement rapide intervenu dès la libération en vergers des *Aphytis* importés. Par la suite, jusqu'en juillet, époque où s'arrêtèrent les observations régulières, le taux de parasitisme avoisinait ou dépassait 50 % des femelles observées.

L'efficacité rapide de ces *Aphytis,* que traduisait le taux de parasitisme élevé constaté, aboutissait à une réduction sensible des populations de *C. dictyospermi.* Déjà en 1966, l'action des parasites repoussait à la mi-juin, lors de l'apparition de la 2e génération, l'époque des premières fixations de larves mobiles sur fruits et l'année suivante, la Cochenille avait pratiquement disparu.

Par contre, en l'absence de tout traitement chimique, des espèces telles que *L. zeckii, Coccus hesperidum* L. et *Saissetia oleae* BERN. se manifestaient en présentant localement de faibles populations, fortement attaquées d'ailleurs par d'autres parasites ou prédateurs.

— Région de Marrakech

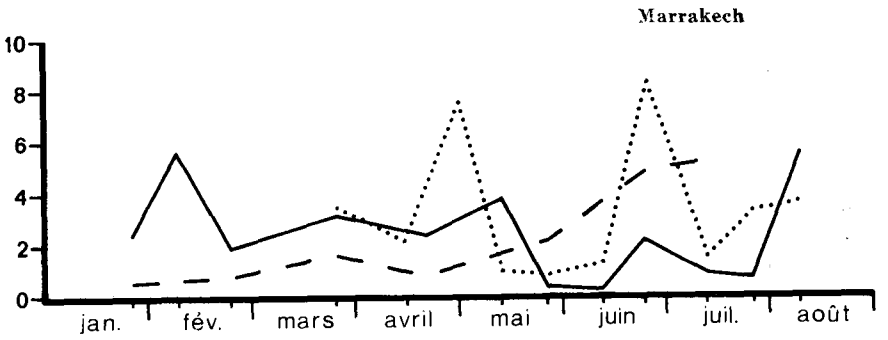
Dans cette zone de l'intérieur du pays où les *Aphytis* indigènes sont rares et leur action négligeable, les essais de lâchers s'étendirent à 4 plantations voisines plantées à 7 m × 7 m totalisant 1 105 arbres. C'étaient des orangers Valencia et Navel, des Pomelos et des citronniers traités au parathion durant l'année 1965.

Une première période d'utilisation des *Aphytis* s'étendit du 11 novembre 1965 au 23 novembre 1966, une seconde, du 30 novembre 1966 au 19 juillet suivant. Elle comportait pour la première 5 lâchers échelonnés en cours d'année, totalisant 2 920 000 individus environ, soit 2 650/arbre ; pour la deuxième, 3 lâchers successifs représentant un total de 1 350 000 parasites environ, soit 1 250/arbre.

Dans les deux cas, la capacité de l'Insectarium, inférieure aux prévisions établies, rendit impossible la dispersion des 4 000 individus par arbre recommandée annuellement pour la réduction sensible des population d'*Aonidiella.* Si le parasite dès sa libération s'implanta dans les vergers, il ne fit preuve par contre d'aucun intérêt pratique ; le taux de parasitisme observé dans trois des plantations (FIG. 8) ne dépassa pas 5 % jusqu'en août 1966, date marquant la fin des notations dans cette région.

FIGURE 8

Evolution du taux de parasitisme constaté sur les femelles d'*A. aurantii* du 1er janvier au 10 août 1966 dans trois vergers distincts de la région de Marrakech



Dans ces conditions aucun contrôle ne fut effectué lors des deux récoltes successives pour juger de l'aspect qualitatif des fruits ramassés. Il fut décidé d'abandonner l'expérimentation dans cette zone, trop éloignée en plus du lieu de production des parasites, et une pulvérisation à base d'ester phosphorique devait intervenir en juillet 1967 pour réduire les populations de pou de Californie.

— Le Gharb

— *Kenitra* : Verger constitué par 510 clémentiniers plantés à 3,50 m × 7 m, cette plantation de la zone côtière présentait localement des infestations de *C. dictyospermi* et d'*A. aurantii* contre lesquelles un traitement à base de parathion avait été effectué en 1965.

Dès le début de l'année suivante, le 4 janvier, un premier lâcher d'*Aphytis* était réalisé sur l'ensemble des arbres ; il était suivi de 7 autres qui s'échelonnèrent jusqu'au début de décembre 1966. A cette date, 1 500 000 parasites environ avaient été libérés dans cette plantation, soit 3 000 individus par arbre. Mais on doit remarquer que la densité de plantation de ce verger était de 400 arbres/ha, les 3 000 parasites correspondent en fait à 6 000 individus par arbre dans une plantation normale en comportant 200 à l'hectare.

A l'automne de cette première année d'essais, la récolte de clémentines, soit 22 tonnes, n'offrait aucun écart de triage dû à la présence de l'une ou de l'autre des deux cochenilles. Ce résultat est à souligner en effet, car les clémentines sont emballées directement

sans subir le vigoureux brossage auquel sont soumises les oranges au cours de leur conditionnement. Or, ce brossage qui élimine toutes les cochenilles mortes, soit naturellement, soit par action des entomopages, restant encore sur les fruits au moment de la récolte, laisse subsister les individus vivants à la même période. Ce sont ces derniers qui entrent dans l'estimation des écarts de triage réalisée sur chaque lot après conditionnement.

Dans le cas de ces clémentiniers, la population d'*Aphytis* importés fut donc assez active dès le début pour éviter toute fixation sur fruits en 1966.

L'année suivante, les irrégularités enregistrées dans la production des *Aphytis* ramenèrent à 270 000 environ le nombre de parasites disponibles pour cette plantation au cours du 1er semestre 1967. Les quelques 530 individus par arbre introduits dans ce verger en 5 lâchers successifs, n'eurent qu'une action limitée.

Pour en juger cependant, quelques observations, fragmentaires il est vrai, furent réalisées d'abord sur rameaux à la fin du printemps et ensuite sur fruits au cours de l'été.

Les rameaux considérés étaient séparés selon leur époque d'apparition en rameaux du printemps 1967 (P 67), de l'automne 1966 (A 66) et du printemps précédent (P 66). Dans les trois cas, le taux de parasitisme noté sur femelles était mis en parallèle avec le nombre de femelles d'*A. aurantii* et d'individus vivants de tous stades rencontrés en moyenne par mètre linéaire de rameaux.

Entre le début de juin et la fin du même mois, on assistait à une évolution différente des populations d'*A. aurantii* selon l'âge de chacun des types de rameaux (TABLEAU II).

L'accroissement le plus rapide se manifestait sur les rameaux de printemps où le nombre total d'individus vivants passait de 7,2 à 83,1 par unité de longueur tandis que les femelles issues des fixations intervenues dès la première génération apparaissaient fin juin. A cette date, leur densité, compte tenu d'un taux de parasitisme avoisinant 20,0 %, était en moyenne 6,2 individus au mètre.

Sur les rameaux de l'automne précédent (A 66), le taux d'accroissement des populations demeurait plus réduit, tandis que sur les rameaux d'un an (P 66) les populations diminuaient dans le même temps.

Dans l'un et l'autre cas pourtant, le nombre de femelles vivantes en moyenne par unité de longueur augmentait régulièrement pour

TABLEAU II

Taux de parasitisme des femelles et nombre de femelles et d'individus totaux vivants en moyenne par mètre linéaire de rameau

(*Kenitra 1967*)

	P 67			A 66			P 66		
	Taux de parasitisme	Femelles vivantes	Coch. total	Taux de parasitisme	Femelles vivantes	Coch. Total	Taux de parasitisme	Femelles vivantes	Coch. total
31-5	0,0	0	7,2	10,0	5,4	102,1	8,33	9,4	238,2
14-6	0,0	0	20,8	12,8	13,4	125,1	6,9	17,0	157,7
28-6	18,2	6,2	83,1	2,73	43,2	153,6	5,5	47,7	150,9

avoisiner 45 individus au mètre à la veille de la deuxième émission annuelle de larves mobiles.

Pour contrecarrer cette dernière le nombre de parasites apparaissait comparativement comme extrêmement limité si l'on en juge par le taux de parasitisme constaté. Il est faible dans tous les cas et variable en plus d'un type de rameau à l'autre.

Sur les fruits porteurs de Cochenilles, prélevés durant l'été dans les foyers dispersés du verger, le taux de parasitisme observé pouvait atteindre au début d'août 1967 jusqu'à 60 % des femelles visibles sur ces échantillons. A la même date le nombre de femelles vivantes ne dépassait pas deux par fruit alors que le nombre total de Cochenilles fixées, des premiers stades en particulier, dépassait 15. Par la suite, le taux de parasitisme comme le nombre de femelles vivantes par fruit apparaissaient comme extrêmement variables sans qu'il soit possible d'en tirer une tendance marquée.

L'année suivante, un phénomène semblable devait intervenir par suite de la chute de production de l'Insectarium qui ne disposa pour ce verger que d'environ 300 000 parasites. Le taux de parasitisme des femelles sur fruits variait de 28 à 45,0 % de la fin de l'été jusqu'à la mi-automne, tandis que le nombre d'individus vivants présents sur fruits augmentait brusquement à la mi-octobre par suite de la fixation des jeunes larves apparaissant à cette époque.

Par la suite, à la récolte, celle-ci se faisant en plusieurs fois, il ne fut pas possible d'estimer l'importance précise des écarts de triage dus au Pou de Californie.

Mais ces observations mirent en évidence que dans les conditions climatiques de la zone côtière du Maroc, il semblait difficile de conclure, dans l'immédiat tout au moins, à une possibilité d'acclimatation pour les *Aphytis* importés et que leur utilisation jusqu'à nouvel ordre sous forme de traitement biologique annuel, pouvait conduire à des résultats satisfaisants dans la mesure où la dose de « matière active vivante » pouvait être respectée.

— *Sidi Bouknadel* : dans la zone subcôtière, cette plantation totalisant 1 127 arbres plantés à 3,50 × 3,50 m de deux variétés (Clémentines et Mandarines Wilking) était contaminée faiblement, mais d'une façon régulière, par *C. dictyospermi*. Le dernier traitement réalisé contre les cochenilles l'avait été au moyen d'une pulvérisation à base de parathion durant l'année 1965.

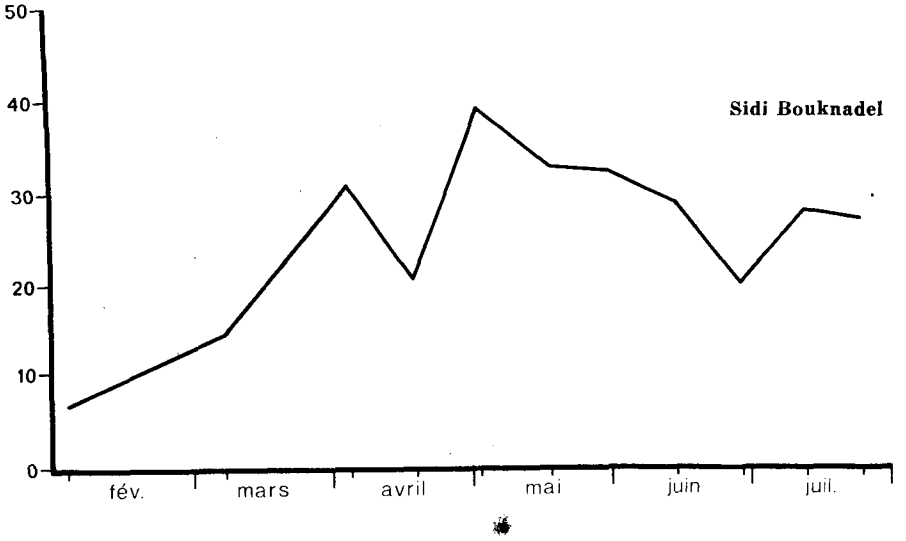
Les lâchers au nombre de 7, représentant au total 2 300 000 para-

sites environ, soit approximativement 2 000 individus par arbre (ce qui correspondrait à 8 000 individus dans une plantation effectuée à 7 m × 7 m), s'échelonnèrent du 3 février 1967 au 4 mars 1968.

Dès l'introduction des *Aphytis* dans cette parcelle le taux de parasitisme des femelles de Pou Rouge augmenta régulièrement passant de 14,5 % le 7 mars à près de 40,0 % le 2 mai, pour se maintenir par la suite au-dessus de 20,0 % jusqu'en juillet (FIG. 9), tandis qu'à la même époque sur fruits, l'importance du parasitisme atteignait 50 % des femelles fixées.

FIGURE 9

Evolution du taux de parasitisme constaté sur les femelles de *C. dictyospermi* fixées sur feuilles de Citrus du 3 février au 24 juillet 1967 à Sidi Bouknadel



Le brusque accroissement du taux de parasitisme corrélatif du début des lâchers et son maintien par la suite au-dessus de 20,0 % laissant présager une bonne efficacité du parasite importé, les observations furent arrêtées à la fin de juillet et aucun contrôle précis ne s'effectua en décembre 1967 pour déterminer l'importance des écarts de triage. Mais on devait constater l'année suivante que la population de *C. dictyospermi* avait pratiquement disparu.

Par contre, quelques faibles populations de *L. beckii* NEWM. subsistaient localement par suite de l'abandon de tout traitement dans

cette parcelle où l'emploi régulier de substances chimiques était de règle antérieurement.

— *Souk et Tleta du Gharb* : Dans cette localité, une plantation, non traitée, de 51 *Citrus* de diverses variétés plantés à 7 m × 7 m d'une petite propriété en culture traditionnelle, contaminée par le pou de Californie constituait la première parcelle d'essais située dans la zone climatique intermédiaire, celle où le développement d'*Aonidiella* atteint son optimum.

Pour juger des possibilités d'acclimatation des *Aphytis* importés dans les conditions de cette région une année sans lâcher de parasites succéda à la première où du 24 décembre 1965 au 24 mai 1966, quelques 250 000 *Aphytis,* soit environ 4 800 par arbre furent introduits dans la plantation au cours de quatre lâchers successifs.

Comme précédemment, l'évolution du taux de parasitisme fut régulièrement suivie d'abord sur feuilles, ensuite sur fruits durant l'année 1966. Les deux années suivantes, il s'adjoignit à cette notion celle du nombre de Cochenilles présentes par unité de longueur de rameaux afin de connaître l'efficacité des parasites dispersés dans cette plantation.

La première année le parasite s'installa sans manifester un début d'accroissement, si l'on en juge par l'importance limitée du taux de parasitisme constaté sur feuilles au cours de l'année. Il atteignait 17,8 % des femelles présentes à l'automne après s'être maintenu durant tout l'été aux environs de 5 %, alors qu'au printemps, il avoisinait 13,0 %.

Sur fruits par contre, dès les premiers jours de juin l'importance du parasitisme augmentait progressivement depuis 2,7 % pour dépasser 40 % à la veille de la récolte (TABLEAU III). Cette dernière cependant ne donna lieu à aucun contrôle précis de la qualité des fruits et il fut difficile à cette époque de pouvoir juger déjà de l'intérêt pratique du parasite importé.

Par contre, l'année suivante en l'absence de tout autre lâcher, le parasite demeura inexistant sur fruit du printemps jusqu'à la fin de l'automne. Le taux de parasitisme resta nul ou négligeable.

L'année suivante, l'apport de parasites effectué du début de novembre à la fin de février par dépôt dans les arbres des courges sortant des élevages d'*Aphytis* ne donna pas lieu à une amélioration du taux de parasitisme. En effet, malgré des apports de parasites évalués à

environ 500 000 individus, soit 10 000 par arbre, les *Aphytis* demeurèrent inefficaces.

Dans ce cas, bien que le nombre de parasites utilisés semble satisfaisant, on doit attribuer l'échec de cette implantation, soit à la saison, soit au mode de lâcher. Utilisés durant la période froide et pluvieuse les *Aphytis* de tous stades sortant brusquement des pièces d'élevage subissent une forte mortalité, si les cucurbitacées sont placées dans les arbres sans protection.

Malgré un accroissement des populations d'*Aphytis* au printemps, caractérisé par une augmentation du taux de parasitisme sur bois d'un an entre la fin février (7,4 %) et la fin avril (17,6 %), les parasites n'apparaissent pas ultérieurement sur les fruits au début de la saison chaude.

TABLEAU III

Taux de parasitisme des femelles d'*A. aurantii* fixées sur fruits
(Souk et Tleta du Gharb)

1966		1967		1968	
Date	Taux de parasitisme	Date	Taux de parasitisme	Date	Taux de parasitisme
7-6	2,7	24-5	0,0	24-6	0,0
5-7	5,1	7-6	0,0	8-7	0,0
19-7	0,0	26-6	0,9	22-7	0,8
2-8	10,5	12-7	1,5	8-8	0,0
24-8	32,4	26-7	0,0	19-8	0,0
6-9	16,4	6-11	0,0	2-9	0,0
20-9	43,8	29-11	1,7	30-9	0,0
7-10	24,6			14-10	0,0
18-10	41,6				

Alors que le taux de parasitisme demeure nul, le nombre de cochenilles par fruit augmente régulièrement jusqu'aux premiers jours de septembre.

Il semble bien que les conditions microclimatiques de la culture, en particulier une irrigation insuffisante et mal répartie, plus que les

caractéristiques du climat local soient responsables en 1968 de l'échec de l'implantation des *Aphytis*.

En effet, dans le même périmètre un résultat différent, positif celui-là, était enregistré dans une culture industrielle normalement irriguée où l'ensemble des lâchers, totalisant 625 000 parasites pour 378 Washington-Navel plantés à 7 × 7 m, ne représentait pas plus de 1 650 *Aphytis* environ par arbre.

Cette plantation normalement bâchée en juillet 1966, n'avait reçu aucun traitement en 1967.

Les 6 lâchers d'*Aphytis* effectués entre le 1er mars et le 30 décembre 1968 limitaient suffisamment la population d'*A. aurantii* présente pour qu'il n'existe pas à la récolte de dégâts économiquement chiffrables.

Des plantations industrielles du même type servirent de champs d'essais à l'utilisation des *Aphytis* à Sidi Slimane, comme à Mechra bel Ksiri depuis 1966.

— *Sidi Slimane* : La parcelle d'essais retenue était constituée de 364 arbres plantés à 7 m × 3,50 m de la variété Valencia late. Ils étaient très infestés par *C. dictyospermi* et occasionnellement par *A. aurantii*. Le dernier traitement effectué l'avait été en 1965 au moyen d'une pulvérisation à base de parathion.

La première année, quatre lâchers répartis du 21 juin 1966 au 21 mars 1967 totalisaient 1 200 000 parasites, soit environ 3 400 *Aphytis* par arbre. La récolte des fruits s'effectua le 6 avril 1967.

A partir de cette date et durant une année encore (du 7 avril 1967 au 4 mars 1968), 9 lâchers supplémentaires furent réalisés. Ils représentaient 1 350 000 *Aphytis*, soit environ 3 700 parasites par arbre. La récolte s'effectua le 25 avril. L'année suivante, la faible production de l'Insectarium n'a pas permis d'entreprendre des lâchers avant le 17 octobre.

Depuis cette date et jusqu'au 14 avril 1969, de nouveau 800 000 *Aphytis* environ, soit 2 250 par arbre, furent introduits dans les plantations.

La lutte entreprise dans ce verger avait pour but de démontrer que des lâchers massifs d'*Aphytis* pouvaient éliminer totalement « le Pou Rouge » et empêcher au maximum la multiplication du Pou de Californie.

Entrepris juste après la récolte de Valencia late de mai 1966,

récolte à 100 % inexportable à cause des cochenilles, cet essai a permis d'obtenir des résultats assez satisfaisants.

La récolte du 6 avril 1967 après lavage et triage à la main n'accusait plus que 51,65 % de fruits porteurs de cochenilles.

L'année suivante la récolte a été normalement conditionnée, alors que les deux années précédentes elle avait été entièrement inexportable ou du moins considérée comme telle.

Les 364 arbres ont donné 493 caisses de récolte, soit 10 917 kg répartis en :

— exportables emballés	6 816 kg (62,43 %)
— écarts totaux	4 101 kg (37,57 %)

La reprise de ces écarts totaux et leur tri à la main en ne considérant que la présence de Cochenilles, permettaient une nouvelle répartition :

— peu de cochenilles : catégorie 0	4 016 kg (36,78 %)
— peu de cochenilles : catégorie 1	20 kg (0,18 %)
— beaucoup de cochenilles : catégorie 2	65 kg (0,59 %)

Les oranges infestées encore par les cochenilles représentaient à peine 1 % (0,77) de la récolte totale de la parcelle.

Il est à souligner également que l'espèce présente n'est plus *C. dictyospermi* qui a été éliminée de la plantation, mais *A. aurantii* visible la plupart du temps sur les fruits situés au bas des arbres sur des branches très chargées touchant presque le sol.

La disparition de la population de Pou Rouge sur la récolte d'avril 1968 était prévisible dès juillet 1967. A cette époque, l'action combinée du climat et des ennemis naturels avait entraîné la mortalité totale de cochenilles encore vivantes à la mi-juillet. Depuis cette époque en effet, les observations régulières réalisées ne permettaient pas de retrouver des individus vivants de *C. dictyospermi* sur feuilles et sur fruits.

Par contre, l'année suivante, la très faible production de l'Insectarium n'a pas permis de tenir en échec le Pou de Californie et les résultats obtenus à la récolte du 17 mai 1969 permettent de constater la remontée assez rapide de la population d'*A. aurantii*. En effet, en dehors de quelques cas très rares, la plupart des cochenilles sont du Pou de Californie ; 91,93 % des fruits peuvent être considérés comme satisfaisants au point de vue infestation par les cochenilles, et 8,02 % sont classés en catégorie 2.

Cet essai a donc permis de démontrer qu'il est possible dans un verger très contaminé d'éliminer une forte population de *C. dictyospermi* en deux ans grâce à l'action des *Aphytis* et de maintenir la population d'*A. aurantii* a un niveau économiquement supportable. On doit souligner cependant les conditions météorologiques particulièrement rigoureuses de ces dernières années (étés très chauds et hivers froids — FIG. 4) et tout à fait contraires au développement des cochenilles. Il devient donc nécessaire de poursuivre les lâchers de parasites dans ce verger sans traitement chimique depuis juillet 1965 afin de déterminer l'action exacte des *Aphytis* qui ne peut être jugée dans des cas semblables qu'après trois ans au moins.

Dans une autre parcelle de la même localité, un verger comportant 552 Valencia late plantés à 7 m × 3,50 m avait été traité en juillet 1966 au moyen d'une pulvérisation à base de parathion.

Depuis, des lâchers d'*Aphytis* furent entrepris à partir du 10 avril 1968 et la récolte suivante portant sur plus de 50 t, réalisée le 24 mars 1969, offrait moins de 1 % de fruits contaminés par *A. aurantii*. Bien que ces observations revêtent un grand intérêt, il est trop tôt aujourd'hui pour en tirer des conclusions définitives quant à l'efficacité pratique future des *Aphytis* dans ce verger.

— *Mechra bel Ksiri* : Deux vergers industriels plantés à 7 m × 7 m, le premier (verger 1) se composant de deux parcelles juxtaposées, l'une de 495 W. Navel et l'autre de 693 Valencia late, le deuxième (verger 2) comportant 405 arbres d'une même variété (W. Navel) furent retenus pour les essais principaux de cette expérimentation dans le Gharb. Le verger 1 présentait l'avantage d'avoir deux récoltes de fruits par an, dans une même plantation, vu le décalage séparant la maturité des Navel de celle des Valencia.

Le choix de ces vergers appartenant à des particuliers a été rendu possible grâce à l'appui obtenu auprès de M. L. MERLE, Directeur de l'Association Syndicale de Lutte contre les parasites des plantes de Mechra bel Ksiri, qui coordonne la lutte entreprise contre le Pou de Californie dans cette région.

Cette lutte, au cours des dix dernières années, a évolué. L'utilisation des huiles additionnées de parathion en pulvérisation a été abandonnée pour être remplacée par la fumigation cyanhydrique sous bâche réalisée généralement chaque année en été. Ce procédé permet après quelques années d'emploi, de prendre le risque de supprimer un traitement une année. C'est cette particularité qui nous a conduit à choisir ces vergers pour essayer par des lâchers d'*Aphytis* de maintenir les

populations de cochenilles au bas niveau auquel les avaient réduites les bâchages.

Après la fumigation réalisée en juillet-août, en effet, les écarts de triage dus à la présence de cochenilles sur fruits de Valencia late récoltés au printemps de l'année suivante sont de l'ordre de 1,5 à 2,00 %. Sur Navel, par contre, ces écarts sont plus réduits, la récolte s'effectuant la même année à l'automne.

Verger 1

Dans cette plantation le dernier traitement contre le Pou de Californie avait été effectué en juillet 1964, soit 18 mois avant les premiers lâchers d'*Aphytis*.

Ceux-ci intervinrent à partir du 25 novembre 1965. Ils se succédèrent depuis plus ou moins régulièrement en fonction de la production de l'Insectarium (TABLEAU IV) selon la technique californienne où les libérations s'effectuent sur l'arbre situé au centre d'un bloc de 9. On doit remarquer que la première année de notre intervention dans les 2 parcelles de ce verger, le nombre d'*Aphytis* libérés par arbre représentait près de 3 fois la « dose » normalement conseillée pour lutter avec succès contre *A. aurantii*. C'est là pourtant un chiffre théorique, car de tous les parasites lâchés, si certains ont été récoltés le jour même de leur libération, beaucoup, vu la distance séparant l'Insectarium des vergers expérimentaux ont dû être récoltés, puis stockés durant 2 à 3 jours en attendant leur transport. Or ce type d'insecte devrait être utilisé le jour même de sa récolte et libéré aux heures les plus propices selon la saison : tôt le matin ou tard le soir durant la période chaude, à la mi-journée en période froide en évitant de les lâcher durant de fortes pluies.

L'année suivante, si le nombre de lâchers réalisés reste comparable à ce qu'il était l'année précédente dans chacune des parcelles, l'importance des *Aphytis* libérés représentait par contre avec la moitié de ce qu'elle était en 1966, une dose encore acceptable pour contrecarrer le développement du Pou de Californie, compte-tenu des remarques précédentes. Mais, durant la campagne de 1968, les difficultés d'élevage et la baisse sensible intervenue dans la production d'*Aphytis* (cf. FIG. 1) firent descendre l'utilisation des parasites au-dessous de leur « dose d'emploi » et les résultats obtenus furent ceux que l'on pouvait attendre dans de telles conditions.

Dans les parcelles d'essais de chaque verger, l'action des *Aphytis* était appréciée sur une partie seulement de la récolte. Un nombre varia-

TABLEAU IV

Répartition en verger du nombre et du volume des lâchers d'*Aphytis*

A — Verger I : *Valencia late*

	1966-1967	1967-1968	1968-1969
Dates extrêmes des lâchers	25.11.65 - 11.4.67	25.5.67 - 8.4.68	22.5.68
Nombre de lâchers	21	26	8
Nombre d'*Aphytis* libérés	8 300 000	3 500 000	1 400 000
Nombre d'*Aphytis* par arbre	11 800	5 000	2 800 - 1 500

B — Verger I : *Washington Navel*

	1966	1967	1968
Dates extrêmes des lâchers	25.11.65 - 8.11.66	27.1.67 - 20.11.67	5.2.68 - 19.12.68
Nombre de lâchers	14	11	12
Nombre d'*Aphytis* libérés	5 500 000	3 000 000	1 600 000
Nombre d'*Aphytis* par arbre	11 000	6 000	3 200

ble d'arbres était cueilli afin d'obtenir des lots totalisant de 7 à 10 tonnes de fruits, ce qui nous permettait de travailler dans des conditions proches d'une exploitation normale.

La première année, un tri en verger réalisé en octobre 1966, sur la parcelle de Navel n'a pas permis d'obtenir des résultats significatifs concernant le nombre réel de fruits porteurs de cochenilles vivantes. En effet, la plupart des fruits, soit 86,6 %, étaient retenus comme tels. Le lavage et le brossage réalisés au cours du conditionnement, en éliminant les cochenilles mortes et parasitées, modifièrent très sensiblement les résultats obtenus dans ce tri en vergers. A la sortie de la station d'emballage, le pourcentage de fruits infestés était ramené à moins de 6. C'est pourquoi les écarts de triage obtenus après conditionnement, et dus initialement à des causes variées (présence d'*Aonidiella,* marbrures diverses, défauts d'aspect des fruits, gauffrage, calibres non commer-

cialisables, fruits verts ou pourris), étaient repris pour être chaque fois retriés à la main.

Comme il a été indiqué précédemment, trois catégories ont été déterminées :

— la catégorie 0 pour les fruits sans cochenilles ;
— la catégorie 1 pour ceux porteurs de peu de cochenilles ;
— la catégorie 2 pour les très fortes contaminations.

On peut en effet estimer qu'il sera difficile d'obtenir par la lutte biologique la disparition totale des populations de cochenilles sur fruits. Il a souvent été remarqué qu'un grand nombre de fruits qui étaient sur l'arbre en contact avec une branche ou un autre fruit hébergeaient quelques cochenilles hors d'atteinte des parasites.

C'est pourquoi en groupant dans les tableaux V et VI, le pourcentage des fruits exportables, avec ceux des écarts portant peu ou pas de cochenilles, nous avons exprimé la proportion normale de fruits qui devraient, à notre avis, pouvoir s'exporter s'il n'y avait pas d'autres causes d'élimination.

— Dans la parcelle de Valencia late

La récolte effectuée fin avril 1966 n'a pas été contrôlée, les lâchers d'*Aphytis* se faisant depuis trop peu de temps pour avoir une incidence marquée sur les populations du Pou de Californie.

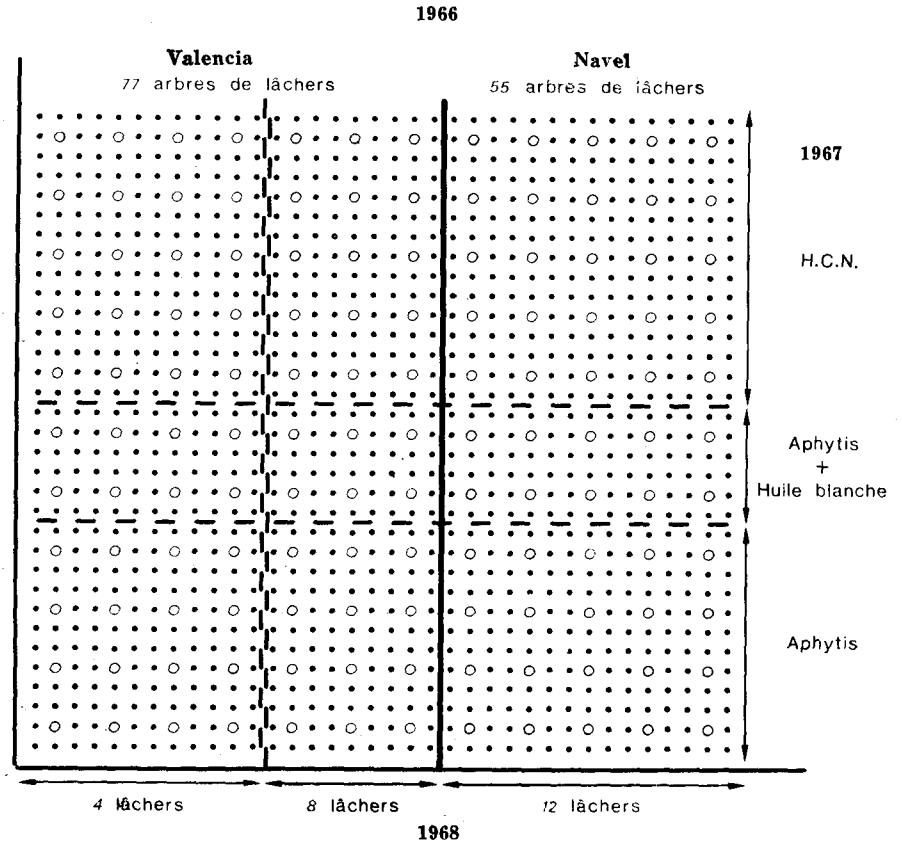
En 1967, la récolte portant sur 87 arbres a été réalisée le 9 mai. Des 9 655 kg obtenus, 1 111 kg, soit 11,51 % étaient classés dans la catégorie 2, ce qui permettait de considérer 88,18 % de la récolte comme étant de propreté satisfaisante au point de vue des cochenilles.

Mais le pourcentage de fruits infestés par beaucoup de cochenilles apparaissant à cette époque comme relativement élevé et les prévisions de production de l'Insectarium ne permettant pas de garantir des lâchers massifs durant toute l'année à venir, il fut décidé de réduire la parcelle intéressée. Celle-ci fut divisée en 3 parties (FIG. 10) l'une en lutte biologique seule (272 arbres), un deuxième (126 arbres) associant aux lâchers d'*Aphytis* un traitement à l'huile blanche effectué fin juillet 1967 et la troisième (315 arbres) bâchée au début d'août.

Cette dernière reçut de nouveau des *Aphytis* de novembre 1967 à mars 1968, mais en moins grand nombre que dans le reste de la parcelle.

FIGURE 10

Aspect schématique des deux parcelles d'essais du verger 1.



Chaque point représente un arbre, chaque cercle un arbre de lâcher. Sous chaque année figure le programme raélisé :

— en 1966 : lutte biologique seule ;
— en 1967 : lutte biologique seule ; lutte biologique associée à un traitement aux huiles fumigation cyanhydrique.
— en 1968 : lutte biologique seule.

Les 7 et 8 mai 1968, la récolte de cette parcelle a été effectuée à raison de 48 arbres dans chacune des deux premières parties, celle ayant été bâchée ne présentant plus de population de Pou de Californie appréciable.

Si la partie en lutte biologique seule offre vis-à-vis de l'année précédente, malgré une diminution de plus de la moitié du volume

Verger I : Navel (H.C.N. en 1964)

Dates de récoltes	1965-1966	1966-1967	1967 - 1968			1968 - 1969					
	Fin Avril 66	9 Mai 1967	7-8 Mai 1968			17 - 19 Avril 1969					
						Aphytis seul		Aphytis + huile		Aphytis + H.C.N.	
Parcelles	Aphytis depuis XI.65	Aphytis toute l'année	Aphytis seul	Aphytis + huile VII.67	Aphytis + H.C.N. VIII.67	8 lâchers V.68 à III.69	4 lâchers I 68 à III.69	8 lâchers V.68 à III.69	4 lâchers XI.68 à III 69	8 lâchers V.68 à III.69	4 lâchers XI.68 à III 69
Poids de récolte en Kg	Récolte non contrôlée	9 655	12 552	10 025	Récolte non contrôlée	73 00	68 40	8 010	8 310	8 520	9 300
Exportable en %	—	42,13	38,31	24,14	—	21,57	18,02	20,27	20,69	69,33	59,37
Ecarts totaux en %	—	57,86	61,68	75,85	—	78,42	81,97	79,72	79,30	30,66 lots triés par erreur	40,62 ensembles
Pas de cochenilles - 0 - en %		46,05	44,52	41,18	—	29,69	18,21	15,40	14,66	26,88	
Peu de cochenilles - 1 - en %	estimation 1,5 à 2,0		8,32	12,23	estimation 1,0	8,65	11,03	21,33	16,20	2,24	
Beaucoup de cochenilles - 2 - en %	—	11,51	8,83	21,88	—	39,60	52,04	42,22	46,80	6,00	
% récolte avec peu ou pas de cochenilles	98,0 98,5	88,18	91,15	77,55	99,0	59,91	47,28	57,01	51,47	93,26	

des lâchers, moins de fruits classés en catégorie 2 (8,83 %), il apparaît au contraire que le traitement à l'huile blanche, loin d'amener une réduction des populations de cochenilles semble avoir plutôt contrecarré l'action des parasites. En effet, le pourcentage de fruits classés en catégorie 2 atteint 21,88 % dans ce cas.

Au vu de ces résultats et la production de l'Insectarium restant très réduite, il fut décidé afin de ne pas compromettre la récolte de l'année suivante de fumiger plus de la moitié de la parcelle (FIG. 10) au cours de l'été 1968. Cette opération n'ayant pu se réaliser pour des raisons techniques, les lâchers furent repris sur l'ensemble de la parcelle à partir de novembre, période où la production d'*Aphytis* atteignait de nouveau un niveau acceptable.

Ceci nous a obligés pour la récolte 1969 (17-19 avril) à distinguer 6 blocs différents selon l'évolution de chacun, les 3 parties de l'année précédente ayant été subdivisées en deux du fait de l'absence de lâchers pendant 6 mois sur les arbres qui devaient être bâchés en août 1968.

Le faible volume des lâchers d'*Aphytis* (TABLEAU IV.A) tout au long de l'année permet d'expliquer la forte augmentation des pourcentages de fruits classés en catégorie 2 (TABLEAU V). Il est à souligner cependant que les arbres ayant reçu des *Aphytis* même en petit nombre durant le printemps et l'été possèdent moins de fruits de catégorie 2.

Malgré l'erreur intervenue au cours du tri des lots venant des arbres bâchés en juillet 1967, on doit remarquer que le pourcentage de fruits classés en catégorie 2 (6,00 %) est de moitié inférieur à celui de la récolte de 1967 (11,51 %) pour laquelle la période écoulée depuis la dernière fumigation est identique. Ceci permet de supposer que les *Aphytis* libérés l'année suivant un bâchage ne sont pas inutiles.

— Dans la parcelle de W. Navel

La récolte de novembre 1965, soit 15 mois après la dernière fumigation (août 1964) n'a pas été contrôlée, car les premiers lâchers débutèrent au même moment. On estimait que le pourcentage de fruits avec un peu de cochenilles (catégorie 1) était de l'ordre de 1,5 à 2,00 % (TABLEAU VI).

L'année suivante, la récolte effectuée le 22 novembre 1966 sur 85 arbres totalisait 12 871 kg de fruits dont 757 kg (soit 5,88 %), étaient classés en catégorie 2, ce qui nous permettait de considérer 93,80 % de la récolte comme étant de propreté satisfaisante du point de vue cochenilles. On doit remarquer que ce pourcentage de fruits

TABLEAU VI

Verger I : Valencia (H.C.N. en 1964)

DATE DE RÉCOLTE	1965	1966	1967			1968		
	Fin Novembre	22.XI.66	1 et 2.I.69			10 et 11.XI 67		
Parcelles	H.C.N VIII.64	Aphytis depuis XI.65	Aphytis seul	Aphytis + huile VII.67	Aphytis + H.C.N. VIII.67	Aphytis seul	Aphytis + huile VII. 68	Aphytis + H.C.N. VIII. 68
Poids de récolte en kg	Récolte non contrôlée	12 871	10 196	11 044	Récolte non contrôlée	11 634	11 119	8 837
Exportables en %	—	79,50	78,36	73,62	—	37,52	28,68	66,73
Ecarts totaux en %	—	20,50	21,56	26,38	—	62,47	71,31	33,26
Pas de cochenille -0- en %	estimation 1,5 à 2,0	14,30	12,67	11,46	—	9,50	15,46	25,75
Peu de cochenilles -1- en %	—		4,67	8,50	estimation 1,0	26,20	29,97	5,56
Bcp de cochenilles -2- en %	—	5,88	4,22	6,32	—	26,30	25,86	1,93
% de récolte avec peu ou pas de cochenilles	98 à 98.5	93,80	95,70	93,58	99,0	73,22	74,11	98,04

de catégorie 2,voisin de 6 % restait économiquement tolérable. En effet, les écarts totaux avec 20,5 % de la récolte étaient comparables à ceux (18,0 %) des parcelles voisines du même verger qui avaient été fumigées en juillet 1966 où en général l'écart moyen dû à *Aonidiella* est insignifiant et voisin de 1,0 %.

Au printemps suivant, vu les résultats dans la parcelle de Valencia, voisine de cette parcelle de Navel, il fut décidé d'appliquer les mêmes traitements aux mêmes dates sur les deux variétés. A la récolte d'octobre 1967, nous avions donc trois blocs, dont les deux premiers (*Aphytis* seul ; *Aphytis* plus huile blanche) furent contrôlés, le dernier (fumigation) ne présentant pas de population de cochenilles estimable.

Sur la partie en lutte biologique intégrale, la production des 44 arbres retenus totalisait 10 196 kg dont 430 kg, soit 4,22 %, étaient classés en catégorie 2. Vis-à-vis de la récolte 1966, le pourcentage de fruits présentant beaucoup de cochenilles avait diminué de 1,66 ce qui constitue un résultat intéressant sur la 4e récolte après le dernier traitement chimique (fumigation).

Par contre, dans le bloc où les lâchers d'*Aphytis* furent associés au traitement à l'huile blanche, le pourcentage de fruits classés en catégorie 2 représentait 6,32 % soit 698 kg sur une récolte totale de 11 044 kg pour un même nombre d'arbres. Comme précédemment dans le cas des Valencia, l'utilisation d'une huile en vue de renforcer l'action des parasites n'a pas donné les résultats escomptés. L'application tardive (fin juillet) de ce traitement pourrait être en grande partie la cause de ces résultats inattendus.

Pour la récolte de 1968, réalisée les 1er et 2 janvier 1969, l'action du traitement à l'huile blanche de juillet 1967 semble s'estomper et dans les deux blocs, sur 11 tonnes de fruits dans les deux cas, le pourcentage de fruits classés en catégorie 2 approche 26,0 %, chiffre en net accroissement sur l'année précédente par suite de la diminution sensible du volume des lâchers.

Par contre, dans la parcelle fumigée en août 1967 où les lâchers avaient repris quelques semaines plus tard, l'action des *Aphytis* permet de maintenir la population de Pou de Californie près de 30 mois plus tard à un bas niveau : le pourcentage de fruits classés en catégorie 2 est inférieur à 2.

Verger 2

Dans cette plantation le dernier traitement réalisé dans la parcelle d'essai avait été une fumigation effectuée en août 1965, soit 6 mois

TABLEAU VII

Répartition en vergers du nombre et du volume des lâchers d'*Aphytis*
Verger 2 : *Navel* (*Kenitra* 1967)

Dates extrêmes des lâchers	1966	1967	1968
	25.XI.65-25.X.66	20.I.67-27.XI.67	14.XII.67-16.XII-68
Nombre de lâchers	11	26	11
Nombre d'*Aphytis* libérés	1 900 000	2 900 000	1 300 000
Nombre d'*Aphytis* par arbre	4 800	7 000	3 200

avant les premiers jours de janvier qui marquèrent le début du programme des lâchers réguliers, bien que dans cette plantation comme dans le verger 1, quelques essais furent entrepris dès le 25 novembre 1965.

Du 1er janvier au 31 décembre 1968 le nombre de lâchers annuels comme leur importance numérique en liaison étroite avec les possibilités de production de l'Insectarium, sont résumés dans le TABLEAU VII.

Compte tenu des remarques faites précédemment sur la nécessité qu'il y avait de conserver à l'état adulte, plusieurs jours parfois, les *Aphytis* avant leur utilisation en vergers, on peut remarquer que la « dose » de parasites employée en 1966 correspond à une dose normale ; celle de l'année 1967 lui est supérieure, alors qu'elle lui est inférieure en 1968.

Les récoltes successives de ces trois années donnèrent les résultats suivants (TABLEAU VIII). En 1966, la récolte s'effectua les 29 et 30 novembre. Elle porta sur la cueillette de 72 arbres totalisant 13 280 kg de fruits dont 190 kg, soit 1,43 % étaient classés dans la catégorie 2, ce qui permettait d'estimer à près de 99,0 % le pourcentage de fruits considérés comme satisfaisant du point de vue cochenilles.

A cette époque, vis-à-vis des parcelles voisines fumigées en juillet 1965 où les écarts totaux étaient de l'ordre de 18,16 %, la parcelle de lutte biologique en accusant comparativement des écarts de triage de l'ordre de 16,0 %, montrait l'intérêt des *Aphytis*.

Malgré les bons résultats obtenus, il fut décidé de réduire la parcelle en lutte biologique de moitié pour tenir compte de la produc-

TABLEAU VIII

Verger 2 : Navel (H.C.N. en 1965)

DATE DE RÉCOLTE	1965	1966	1967		1968 *	
	Fin Novembre	29-30.XI.66	10-12-XII.67		1 et 2.I 69	
Parcelles	H.C.N. VIII-65	*Aphytis* depuis XI-65	*Aphytis* seul	*Aphytis* + H.C.N. VIII-67	*Aphytis* seul	*Aphytis* + H.C.N. VIII-67
Poids de la récolte en kg	Récolte non contrôlée	13 280	19 090	Récolte non contrôlée	1 640	1 890
Exportables en %	—	84,50	87,16	—	16,15	37,56
Ecarts totaux en %	—	15,59	12,83	—	83,84	62,43
Pas de cochenilles - 0 - en %	—	14,16	10,31	—	44,93	57,76
Peu de cochenilles - 1 - en %	estimation moins de 0,5		1,69	estimation 0,5	28,47	2,72
Bcp de cochenilles - 2 - en %	—	1,43	0,80	—	10,36	1,59
% de récolte avec peu ou pas de cochenilles	99,5	98,66	99,16	99,5	89,55	98,04

* Très forte grêle le 27.X.68, ce qui explique le faible tonnage récolte.

tion insuffisante de l'Insectarium tout en maintenantt sur la partie conservée un certain volume de parasites. Une fumigation a donc été effectuée en août 1967 sur l'autre partie. Cette dernière reçut de nouveau des parasites à partir de l'automne, la production de l'Insectarium s'étant améliorée.

Dans la partie conservée en lutte biologique, la récolte effectuée les 10 et 12 décembre 1967 portait sur 75 arbres, totalisant 19 090 kg, dont 153 kg, soit 0,80 %, étaient classés en catégorie 2. Ceci permettait d'enregistrer encore des résultats satisfaisants sur la 3e récolte après le dernier traitement chimique (fumigation) car les écarts totaux avec 12,83 % dont moins de 1,0 % dû à la cochenille, étaient inférieurs aux 15,0 % considérés comme normaux par l'ensemble des Agrumiculteurs.

L'année suivante, une forte grêle survenue le 27 novembre 1968 a dévasté la presque totalité de la récolte. Les chiffres rapportés au tableau VIII, vu le faible tonnage récolté, ne sont donnés qu'à titre indicatif.

En effet, seuls les fruits situés à l'intérieur des arbres étaient partiellement hors d'atteinte de la grêle. Ce sont les seuls qui ont pu être récoltés et à ce titre, ils ne sont représentatifs de la récolte pendante ni d'un arbre, ni de l'ensemble de la parcelle, c'est pourquoi les chiffres avancés ne peuvent guère être comparés à ceux obtenus les années précédentes.

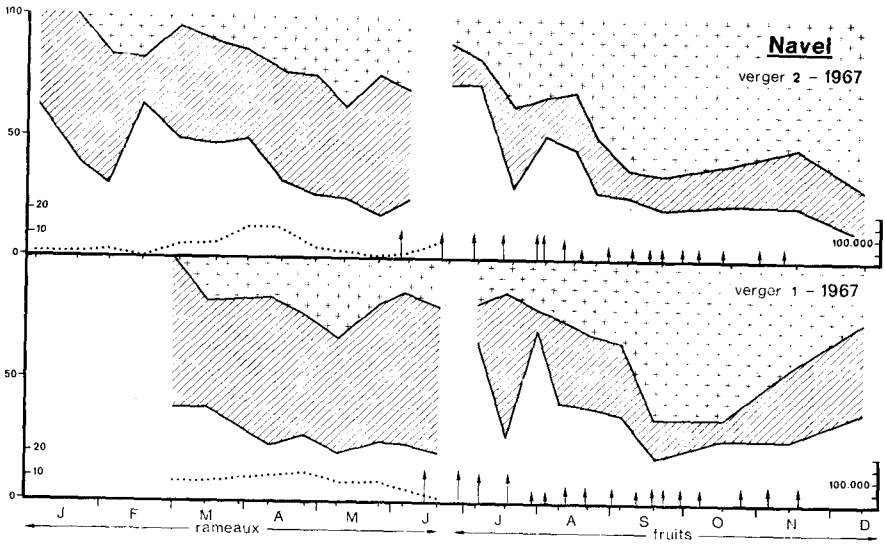
Pourtant, en l'absence de récolte destinée à juger de l'efficacité des *Aphytis* en fin d'année, l'étude des variations du taux de parasitisme des femelles fixées sur rameaux durant le premier semestre de l'année ou sur fruits du début de l'été jusqu'à la mi-octobre, apporte d'utiles enseignements sur l'intérêt pratique de ces parasites.

Dans les figures suivantes, nous avons représenté les populations de femelles d'*A. aurantii* observées en cours d'année en distinguant chaque fois le pourcentage des individus vivants, morts et parasités.

En 1967, pour la variété Navel du verger 2 par exemple, le taux de parasitisme, entretenu par des apports fréquents d'*Aphytis*, de 18,0 %, qu'il était les premiers jours de juillet, augmentait rapidement pour se maintenir au-dessus de 50 % à partir des derniers jours d'août (FIG. 11). Compte tenu d'une mortalité naturelle relativement stable sur fruits durant tout l'été, l'augmentation du taux de parasitisme avait pour conséquence une réduction inverse du nombre des cochenilles vivantes. En octobre et novembre, 23,0 % des femelles présentes

FIGURE 11

Variations du pourcentage des femelles vivantes, mortes et parasitées au cours de l'année 1967, sur la variété Navel dans les vergers 1 et 2.



Il est indiqué en outre sur cette figure :

— Côté rameaux, durant le 1er semestre de l'année, les variations du nombre de femelles vivantes par mètre linéaire de gourmands (en pointillé) ;

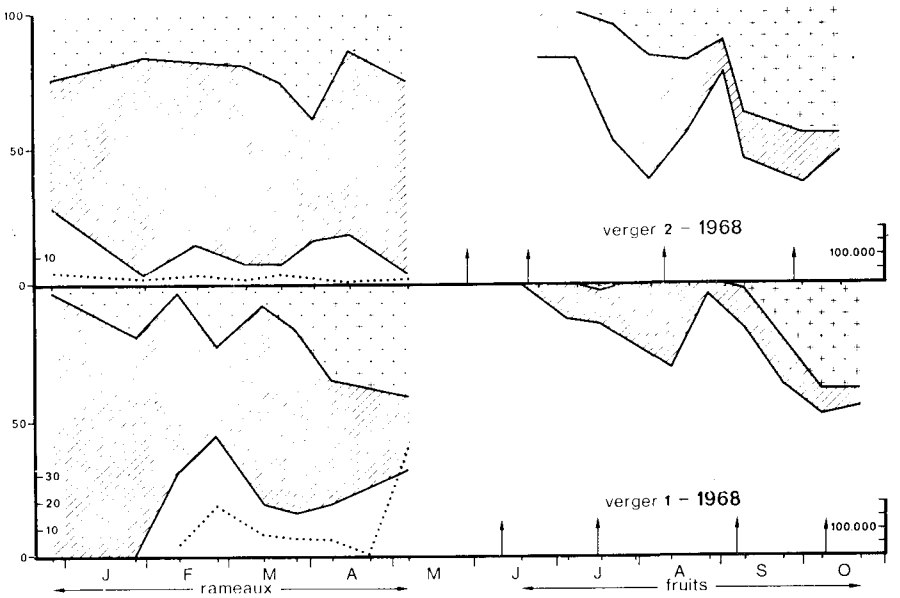
— Côté fruits, pendant le second semestre, la fréquence et l'importance numérique des lâchers d'*Aphytis*, la taille de chaque flèche étant proportionnelle à l'abondance des parasites libérés suivant l'échelle située à l'extrême droite.

étaient vivantes ; ce pourcentage tombait à 10,9 à la veille de la récolte où, nous l'avons vu, le pourcentage de fruits classés en catégorie 2 n'atteignait pas 1,0 %.

La même année, dans le verger 1, la variété Navel offrait le 5 juillet un taux de parasitisme de l'ordre de 18,0 % également. Entretenu comme précédemment par des lâchers périodiques de parasites, le taux de parasistisme augmentait régulièrement jusqu'à la fin d'août (30,5 %) pour s'accroître brusquement en septembre et plafonner ensuite durant plus d'un mois aux environs de 65,0 %. Compte tenu de la mortalité naturelle enregistrée à cette époque, de 20 à 25,0 % des cochenilles présentes étaient encore vivantes. Ce chiffre se maintenait jusqu'à la récolte effectuée les 10 et 11 novembre 1967, où le pourcentage d'écarts atteignait 4,22, chiffre quatre fois plus élevé que celui observé sur les fruits du verger 2, où, à la même date, le pourcentage de femelles vivantes n'était plus que de 10,9 %.

FIGURE 12

Variations du pourcentage des femelles vivantes, mortes et parasitées au cours de l'année 1968 sur variété Navel dans les vergers 1 et 2



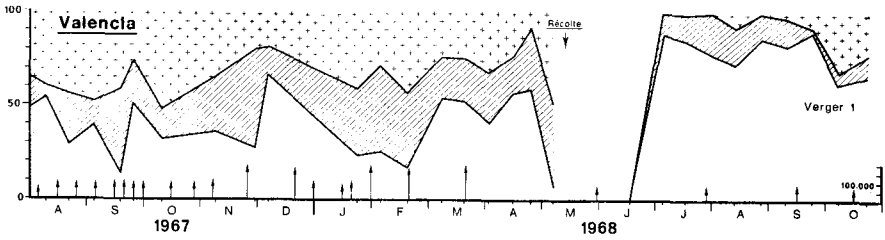
L'année suivante sur Navel (FIG. 12) dans les mêmes localités où, par suite des difficultés d'élevage, les lâchers furent très espacés, le taux de parasitisme des femelles d'*A. aurantii* fixées sur fruits était inexistant jusqu'à la mi-juillet.

Les parasites se manifestaient en août dans le verger 2, mais il fallait attendre le début de l'automne pour qu'on assiste dans les deux vergers à un accroissement rapide du taux de parasitisme. Il plafonnait aux environs de 45,5 % à la mi-octobre dans le verger 2 où, compte tenu d'une mortalité naturelle réduite, près de la moitié (48,3 %) des femelles étaient encore vivantes, ce qui dans les conditions de lâchers de l'année précédente aurait laissé prévoir un taux de fruits classés en catégorie 2 de l'ordre de 5,0 % au maximum. Il devait être supérieur en 1968, et avoisiner 12 à 15,0 % environ.

Dans le verger 1, de même, ce taux de parasitisme avoisinait 40,0 % durant la troisième décade d'octobre, où compte tenu d'une mortalité naturelle identique à celle enregistrée dans l'autre verger, près de 55,0 % (54,7) des femelles étaient encore vivantes. Déjà, dans

FIGURE 13

Variations du pourcentage des femelles vivantes, mortes et parasitées d'août 1967 à octobre 1968 sur variété Valencia dans le verger 1



Il est indiqué en outre sur la figure, la répartition des lâchers d'*Aphytis*, la taille de chaque flèche étant proportitonnelle à l'abondance des parasites libérés suivant l'échelle située à l'extrême droite.

les conditions de lâchers de l'année précédente, un tel pourcentage de femelles vivantes à cette époque laissait entrevoir un taux d'écarts de triage non supportable économiquement, de l'ordre de 8 à 10,0 %, mais dans les conditions défectueuses de l'été 1968, le nombre de fruits écartés atteignait, nous l'avons vu, 26,3 %.

Bien que de nouvelles observations soient encore nécessaires, il apparaît nettement dès à présent que l'importance des écarts varie dans le même sens que le pourcentage de femelles vivantes fixées sur fruits à la veille de la récolte. Celui-ci semble d'autant plus réduit que les lâchers d'*Aphytis* ont été plus fréquents, leur fréquence d'ailleurs, plus que l'abondance numérique de chacun semblant à première vue prédominante.

Des conclusions du même ordre se retrouvent à partir des observations réalisées parallèlement sur Valencia du verger 1 (FIG. 13). Depuis la fin du mois de juillet, époque à laquelle les fruits atteignent la grosseur d'une noix, jusqu'à la récolte au mois de mai suivant, le taux de parasitisme sur fruits se maintenait aux environs de 30,0 %. Compte tenu d'une mortalité naturelle très variable (allant de 10 à 50,0 % des individus présents), le pourcentage de femelles vivantes oscillait entre 40 et 50,0 % selon les échantillons à l'époque de la récolte et, sur l'ensemble des fruits cueillis, l'importance des écarts classés en catégorie 2 ne s'élevait pas à 9,0 % (8,83), chiffre en plein accord d'ailleurs, on doit le souligner, avec les résultats obtenus sur Navel en 1967.

Par contre, l'année suivante, le faible taux de parasitisme constaté sur fruits dès le début de l'été et la très rapide infestation de ceux-ci

à partir de leur nouaison réclamaient une intervention massive d'*Aphytis* si l'on voulait réduire cette population. Or, les possibilités de production de l'Insectarium n'ayant permis d'effectuer que des lâchers de faible volume un mois sur deux depuis avril jusqu'en novembre, la récolte était déjà compromise à la fin de l'automne.

Or les fruits de cette variété restent sur les arbres jusqu'en avril-mai, date de la nouaison de la récolte suivante et favorisent ainsi la contamination.

Inversement, sur la variété Washington Navel, les fruits cueillis en fin d'année ne laissent subsister sur les arbres que les cochenilles se trouvant sur les feuilles et les rameaux.

Lors de faibles contaminations, comme c'était le cas en 1967 dans les parcelles d'essais en lutte biologique, il est difficile de trouver des cochenilles sur feuilles et la contamination des fruits qui apparaîtra plus tard ne peut alors se faire qu'à partir des rameaux.

De ceux-ci, les jeunes larves émigrent également sur les « gourmands », ces derniers apparaissant d'après de nombreuses observations comme aussi favorables que les fruits à la fixation des larves.

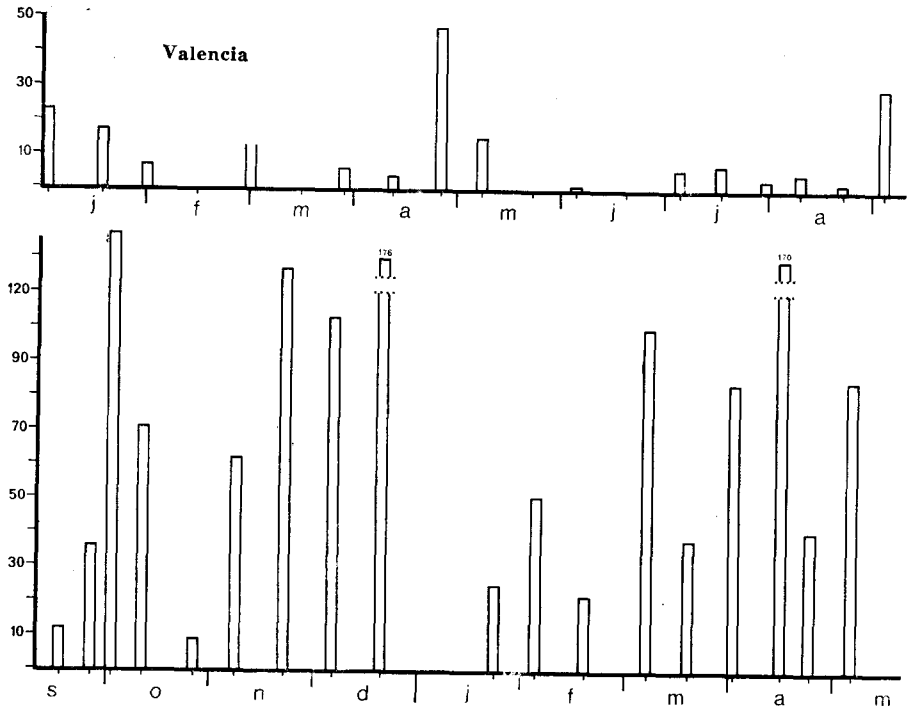
Aussi, pour essayer d'évaluer l'importance de la population de cochenilles qui préfigure potentiellement ce que sera la future infestation des fruits, nous avons dénombré les femelles vivantes par mètre linéaire de « gourmands ».

Ces notations furent effectuées en 1967 et 1968 sur Navel des vergers 1 et 2 ; elles sont représentées figures 11 et 12 parallèlement aux variations du taux de parasitisme et de la mortalité des femelles sur ces mêmes rameaux. La comparaison de l'importance des femelles vivantes de ces deux vergers permet de constater qu'un très petit nombre de femelles vivantes par mètre linéaire est l'indication de contaminations déjà très importantes sur les jeunes fruits où contrairement à ce que l'on constate sur rameaux, la mortalité naturelle demeure très réduite.

En l'absence à l'heure actuelle de méthode précise permettant d'estimer l'âge des rameaux il reste que les dénombrements de cochenilles sur « gourmands » sont un élément d'appréciation des risques d'infestation. Sans vouloir introduire ici la notion de seuil économique, qui serait prématurée, il semble bien qu'une intervention humaine devient justifiée, dès qu'il y a présence de quelques femelles vivantes par mètre linéaire de « gourmand ».

FIGURE 14

Techniques des éclosoirs : répartition des Aphytis éclos du 1er janvier 1967 au 15 mai 1968 pour la variété Valencia du verger



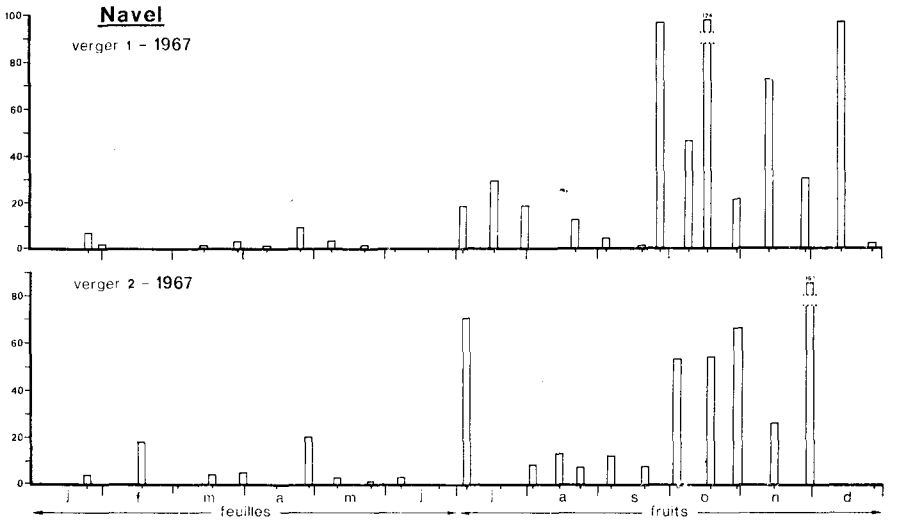
Si cette intervention est d'ordre biologique, à côté des méthodes déjà citées pour estimer la présence et l'importance des parasites, la technique des éclosoirs permet d'apporter des précisions supplémentaires.

Cette technique consiste à récolter des échantillons (feuilles, rameaux, fruits, selon la saison) et à les conserver en boîte. Le dénombrement hebdomadaire des insectes éclos donne une idée de l'existence des divers parasites.

Cette appréciation est d'ordre qualitatif, le nombre de cochenilles de tous les stades étant très variable d'un échantillon à l'autre. Les meilleurs résultats sont obtenus en utilisant des fruits comme cela ressort au début de 1968 de la figure 14 où sont groupées les récoltes obtenues à partir d'échantillons de la variété Valencia prélevés dans le verger 1.

FIGURE 15

Technique des éclosoirs. Importance des individus éclos comparativement sur feuilles et fruits de la variété Navel durant l'année 1967 dans les vergers 1 et 2



On peut cependant remarquer que dans les différents cas donnés figure 15, une augmentation importante du parasitisme apparaît à l'automne comme l'ont déjà fait ressortir les autres méthodes.

Cette technique d'utilisation simple pourrait être employée par les agrumiculteurs pour vérifier l'efficacité des lâchers d'*Aphytis* effectués dans leurs vergers.

Conclusions

Après plus de trois ans d'expérimentation réalisée le plus souvent dans des conditions difficiles du fait de l'approvisionnement défectueux de l'Insectarium en courges et pastèques nécessaires à l'élevage de la cochenille-hôte, un certain nombre de faits précis peuvent être avancés aujourd'hui.

L'efficacité des *Aphytis* importés varie selon l'espèce de cochenille intéressée. *C. dictyospermi* a disparu pratiquement de toutes les

plantations dans l'année, ou au plus tard au cours de la deuxième année, qui suivit le début des lâchers.

Inversement, les populations d'*A. aurantii* persistent en vergers. Cependant, elles peuvent être contenues à un niveau économiquement supportable en relation directe avec le volume et la fréquence des lâchers.

Les particularités morphologiques et biologiques du Pou de Californie sont responsables de la moins grande efficacité des *Aphytis*. Ceux-ci, en effet, n'attaquent pas les très jeunes stades larvaires, ni les femelles matures d'*A. aurantii*. Dans ce dernier cas, la dureté du bouclier comme la présence d'un voile ventral apparaissant les premiers jours du stade femelle, limitent à quelques jours seulement la période durant laquelle celui-ci peut être parasité par *Aphytis*. Chez *C. dictyospermi* au contraire la femelle est susceptible d'être parasitée pendant plus de deux mois, soit durant toute sa vie, y compris sa période de ponte.

Par les trois véritables « explosions démographiques » que l'on constate annuellement chez *A. aurantii,* celles situées au début comme à la fin de la saison chaude réclament, pour être limitées, une très grande activité de la part des *Aphytis*. Ceux-ci sont alors contrariés par la rigueur du climat marocain, en particulier par les coups de chergui, très brutaux à cette époque. Le nombre de vieilles larves et de nymphes d'*Aphytis* desséchées observées sous les boucliers à cette saison explique la disparition quasi-totale des adultes constatée dans presque tous les vergers durant l'été.

Par contre, dès l'apparition des premières pluies les *Aphytis* peuvent se développer normalement ce qui permet une augmentation notable du taux de parasitisme. Celui-ci atteint son maximum (plus de 50 %) au cours de l'automne, grâce à la multiplication active des parasites en vergers.

Mais la baisse des températures moyennes et surtout des minima intervenant en hiver amène ensuite un allongement du cycle biologique des *Aphytis* ainsi qu'une réduction notable de la ponte et de la survie des adultes. En plus, à cette saison, la proportion de mâles par rapport aux femelles se trouve inversée, elle passe de 2/8 en septembre-octobre à 6/4 et même 7/3 en décembre-janvier. L'ensemble de ces particularités fait que la multiplication des *Aphytis* en verger diminue de nouveau ; cette baisse annuelle du taux d'accroissement des populations de parasites se trouve corrigée par les lâchers massifs réalisés mensuellement. Ils permettent de maintenir le taux de parasitisme sur

femelles aux environs de 20 à 30,0 % jusqu'à la prochaine saison chaude, époque où se produisent généralement les fortes infestations sur fruits.

Or, tant sur Navel que sur Valencia, la lutte biologique en protégeant la récolte pendante a pour but le maintien à un bas niveau des populations de cochenilles de façon à empêcher la montée des larves mobiles sur les jeunes fruits au moment de la nouaison.

En conséquence la fréquence et le volume des lâchers ne doivent être en aucun cas modifiés après une récolte, même si les résultats sur fruits sont satisfaisants. Nous l'avons vu, en effet, une très faible contamination des rameaux est chaque année le point de départ de nouvelles infestations. Sur les jeunes fruits, la présence de cochenilles, bien que supprimée par la suite du fait du parasitisme, provoque des déformations en forme de cratères, encore visibles sur fruits à la récolte et qui sont parfois considérées comme causes d'élimination.

Ce fut le cas par exemple en avril-mai 1968 pour la récolte de Valencia late où la très grande sévérité des normes de triage au conditionnement a entraîné de très forts écarts dont une partie seulement portait des cochenilles. L'autre partie a été écartée à cause de ces déformations alors qu'aucune cochenille ni vivante ni morte n'y était visible, non plus d'ailleurs qu'aucune marbrure importante.

Il est à remarquer, que sur toutes les récoltes contrôlées dans les parcelles d'essais aucun fruit ne portait de dégâts attribuables à l'action des acariens.

On peut donc estimer que l'utilisation des *Aphytis* en vergers bien que spécifique de *Aonidiella aurantii,* si elle résout jusqu'à présent partiellement le problème Pou de Californie, permettra également de modifier l'importance économique du problème « Acariens ».

Cette lutte biologique nécessite, en effet, la suppression de toute application insecticide, en particulier des produits organo-phosphorés tenus généralement pour responsables des pullulations d'Acariens.

Par contre, cet arrêt des traitements a permis localement la réapparition de diverses cochenilles des *Citrus* et de leurs ennemis naturels normalement détruits auparavant par les traitements appliqués.

C'est le cas de *Coccus hesperidum* dont la présence constatée à maintes reprises, était accompagnée toutes les fois d'un parasitisme suffisant pour éviter toute importante pullulation. Par contre, *P. pergandei* dans le Gharb et *L. beckii* sur la bordure littorale tendent à

se multiplier par place pour constituer des foyers dans lesquels jusqu'à présent aucun ennemi naturel efficace n'a été récolté.

Selon l'évolution de ces foyers, l'utilisation soit d'insectes entomophages, parasites ou prédateurs polyphages tels que les Coccinelles, soit de traitements chimiques localisés doit être dès à présent envisagée pour limiter au maximum l'importance des risques d'extension.

Un tel choix cependant ne peut être effectué qu'en considérant toutes les données économiques de chaque verger particulier. C'est dans cet esprit qu'une méthode propre à définir un seuil économique de tolérance est recherchée, car il paraît plus valable d'apporter des corrections soit chimiques, soit biologiques très localisées, fondées sur une prévision des dégâts, que de recourir à des traitements généralisés périodiques. Outre ce choix, cette technique d'intervention limitée nécessite une connaissance détaillée de chaque parcelle pour lutter dans les meilleurs conditions contre un ravageur déterminé.

C'est ainsi que la lutte biologique ne peut s'envisager seule dans les programmes phytosanitaires des vergers d'agrumes. Elle fait partie intégrante d'un ensemble plus complexe de méthodes de lutte qui devrait comprendre, pour répondre à la tendance actuelle de la « Lutte Intégrée », une lutte chimique utilisant des produits non stimulants pour certains ravageurs et une lutte trophique corrigeant l'état physiologique des arbres.

C'est alors que l'unité pilote de production d'*Aphytis* établie récemment à Mechra bel Ksiri, en fournissant le matériel biologique nécessaire à une vaste expérimentation de ce type, contribuera à la mise au point d'un programme précis de lutte contre les ravageurs des *Citrus,* problème dominé jusqu'à sa présent par celui d'*A. aurantii.*

ملخص

بعد استعراض تاريخى للابحاث الاولية اللازمة لتوطيد المكافحة البيولوجية بالمغرب ضد *Aonidiella aurantii* MASK. يعرض المؤلفون الصعوبات التى يلقونها من أجل القيام بتربية صناعة الطفيليات أكثر نشاطا بالنسبة لهذه الحشرة *Aphytis* spp. ويعطون تفصيل للنتائج المحصل عليها لمدة أربع سنوات من اطلاق هذا الطفيلى بكمية كبيرة فى كثير من حقول الحوامض. ان فحص هذه النتائج توذى الى تفهم لمكافحة مزدوجة تندمج فيها؛ فى الزمان والمكان، طرق بيولوجية وطرق كيماوية ويتطلب ان المبيدات المستعملة تكون خالية من الفعل المثير لبعض المضرات .

وقد فحصت مسالة استعمال مواد تؤثر على الوضعية الفزيائية الكيمائية لنسغ النبات بكيفية تقلل من خصوبة وطول عمر الحشرات المضرة للحوامض .

RÉSUMÉ

Après avoir fait l'historique des recherches préliminaires nécessaires à l'établissement de la lutte biologique au Maroc contre *Aonidiella aurantii* MASK., les auteurs exposent les difficultés rencontrées pour la mise en route d'un élevage industriel des parasites les plus actifs de cette cochenille : *Aphytis* spp. Ils donnent le détail des résultats obtenus pendant quatre ans de lâchers massifs dans plusieurs vergers d'agrumes. L'examen de ces résultats conduit à la conception d'une lutte intégrée, combinant dans le temps et dans l'esuace les méthodes biologiques et les méthodes chimiques. Il est recommandé que les pesticides utilisés n'aient pas une action stimulante pour certains ravageurs. L'emploi de produits modifiant l'état physico-chimique de la sève des plantes de façon à réduire la fécondité et la longévité des insectes et acariens ravageurs des Citrus est envisagé.

RESUMEN

Después de exponer las investigaciones preliminares necesarias para el establecimiento de la lucha biológica en Marruecos contra *Aonidiella aurantii* MASK., los autores explican las dificultades encontradas para la puesta en camino de una crianza industrial de los parásitos más activos de esta cochinilla, *Aphytis* spp. Detallan los resultados obtenidos durante cuatro años de puestas masivas en libertad en muchos huertos de agrios. El examen de estos resultados conduce a la concepción de una lucha integrada, combinando en el espacio y en el tiempo los métodos biológicos y los métodos químicos. Se recomienda que los pesticidas utilizados no ejerzan una acción estimulante sobre ciertos devastadores. El empleo de productos modificando el estado fisicoquímico de la savia de las plantas de manera que se reduzca la fecundidad y la longevidad de los insectos y acaros devastadores de los « Citrus » queda examinado.

SUMMARY

After reviewing the preliminary research necessary for the establishment of a biological control in Morocco against *Aonidiella aurantii* MASK., the authors expose the difficulties they come across in reaving on an industrial basis one of the most active parasites of this cochineal: *Aphytis* ssp. They give details of the results obtained during a four years period of mass release of these predators in several citrus orchards. The examination of these results lead to the conception of an integrated control combining in time and space the biological methods with the chemical methods.

They recommend that pesticides utilized should not have any stimulative effect on a certain ravagers.

The use of chemical products that modify the physicochemical state of plant sap so as to reduce the fertility and the longevity of ravaging insects and mites is under consideration.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BENASSY, C. — 1965. Les Cochenilles des Agrumes dans le Bassin méditerranéen. Méthodes de lutte. — C.R. 1res Journées Phytiatrie et Phytopharmacie circum-méditerranéennes, Marseille, pp. 112-124.

BENASSY, C. et G. EUVERTE — 1967. Perspectives nouvelles dans la lutte contre *Aonidiella aurantii* au Maroc (Hom. *Diaspididae*). — *Entomophaga,* **12** (5), pp. 449-459.

— 1967. Notes sur *Chrysomphalus dictyospermi* MORGAN. — Al Awamia, **24**, pp. 95-111, Rabat.

DE BACH, P. — 1959. New species and strains of *Aphytis* (*Hymenoptera Eulophidae* parasitic on the Californie Red Scale, *Aonidiella aurantii* (MASK.), in the Orient. — Ann. Ent. Soc. America, **52** (4), pp. 354-362.

— 1964. Some species of *Aphytis* HOWARD (*Hymenoptera: Aphelinidae*) in Greece. — Ann. Inst. Phytophath. Benaki, N.S., **7**, pp. 7-18.

— 1966. The competition displacement and coexistence principles. — Ann. Rev. Entom., **11**, pp. 183-212.

DE BACH, P. et P. SISOJEVIC — 1960. Some effects of temperature and competition on the distribution and relative abundance of *Aphytis lingnanensis* and *A. chrysomphali.* — Ecology, **41** (1), pp. 153-160.

DE BACH, P. et E. WHITE — 1960. Comercial mass culture of the California Red Scale parasite, *Aphytis lingnanensis.* — California Agr. Expt. Sta. Bull., **770**, 58 p.

DE BACH, P. et R.A. SUNDBY — 1963. Competitive displacement between ecological homologue. — Hilgardia, **34** (5), pp. 105-166.

DE BACH, P. et L.C. ARGYRIOU — 1967. The colonization and success in Greece of some imported *Aphytis* ssp. (*Hym. Aphelinidae*) parasitic on *Citrus* scale insects (*Hom. Diaspididae*). — Entomophaga, **12** (4), pp. 325-342.

DE BACH, P., F.J. DIETRICK et C.A. FLESCHNER — 1949. A new technique for evaluting the efficience of entomophagous insects in the field. — J. Econ. Ent., **42** (3), pp. 546-547.

DELUCCHI, V.L. — 1963. Un acarien nuisible aux Agrumes au Maroc *Hemitarsonemus latus* BANKS, (*Acarina, Tarsonemidae*). — Al Awamia, **6**, pp. 17-29, Rabat.

— 1965. Notes sur le Pou de Californie (*Aonidiella aurantii* MASKELL) au Maroc (*Hom. Coccoidea*). — Ann. Soc. Ent. Fr. (N.S.), **1** (4), pp. 739-788.

DELUCCHI, V.L. et L. MERLE — 1962. La Tordeuse de l'Œillet (*Cacoecia pronubana*) HÜBNER) (*Lepidoptera, Tortricidae*) ravageur peu commun des Agrumes au Maroc. — Al Awamia, **3**, pp. 79-86, Rabat.

EUVERTE, G. — 1967. L'Insectarium de lutte biologique. Production massive d'*Aphytis* parasites de Cochenilles. — Al Awamia, **23**, pp. 59-100, Rabat.

GONZALES-SICILIA, E. — 1969. *Citrus* in the Mediterranean Basin. — Proceedings 1rst Int. Citrus Symposium, **1**, 1968, pp. 121-134.

HUFFAKER, C.B., KENNETT, C.F. et FINNEY, G.L. — 1962. Biological control of olive scale, *Parlatoria oleae* (COLVEE), in California by imported *Aphytis maculicornis* (MASI) (*Hymenoptera : Aphelinidae*). — Hilgardia, **32** (13), pp. 541-636.

INSERRA, S. — 1966. Introduzione ed acclimatazione di due *Aphytis* (*A. melinus* DE BACH ed *A. lingnanensis* COMPERE) parasiti ectofagi di alcune cocciniglie degli agrumi. — Technica Agricola, **18** (2), pp. 1-11.

ROSEN, D. — 1967. Biological and Integrated control of *Citrus* Pests in Israel. — Jour. Econ. Ent., **60** (5), pp. 1422-1427.

WOOD, B.J. — 1963. Imported and indigenous natural enemies of *Citrus* Coccids and Aphids in Cyprus, and an assessment of their potential value in integrated control programms. — Entomophaga, **8** (1), pp. 67-82.